

Patent Publication Hei 7-308310

(43) Publicized date: Heisci 7 year (1995) November 28

ID Code

FI

Location to show technology

Examination request: not requested
Number of claims: 4 FD (total 18 pages)

(71) Applicant: 000115636
Rion Co., Ltd.
3-20-41 Higashi-honcho, Kokubunji-shi,
Tokyo

(72) Inventor: Tadashi Munasaki
Rion Co., Ltd.
3-20-41 Higashi-honcho, Kokubunji-shi,
Tokyo

(72) Inventor: Takashi Nonaka
Rion Co., Ltd.
3-20-41 Higashi-honcho, Kokubunji-shi,
Tokyo

(74) Attorney: Yoshimoto Tanabe, Patent agent

(57) [Summary]

[Constitution] It is able to restrict patient's response only to examination sound and able to shorten examination time for this and prevent reduction of examination accuracy, by designing to interrupt examination sound for a moment when there is a response to the examination sound from a patient, and if the response from the patient continues, interrupt hearing examination for a moment and-or notify examiner and patient that response from the patient is mistake with specific means of notification.

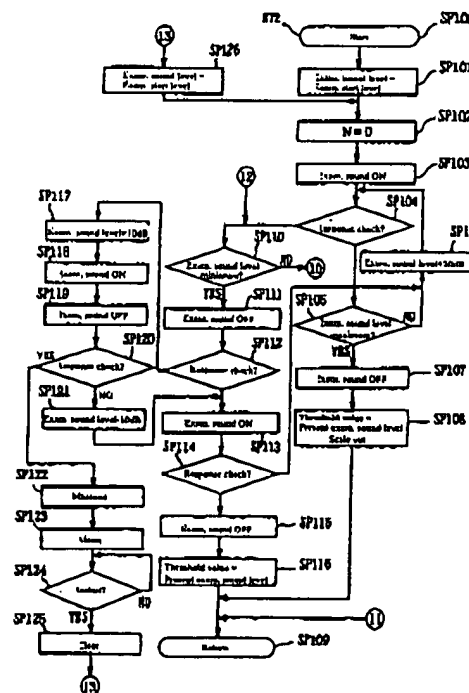


Figure 7 Threshold value measurement, processing protocol (1)

Patent Publication Hei 7-308310

[Claims]

[Claim 1] In audiometer which examine patient's hearing while giving specific level of examination sound to patient and automatically increase or decrease level of the examination sound in sequence based on responses given by the patient, audiometer which is characterized by, interrupting examination sound for a moment when there is a response to said examination sound from a patient, and if the response from the patient continues at this moment, interrupting hearing examination and notifying examiner and/or patient that response from the patient is mistake with specific means of notification.

[Claim 2] In audiometer which examine patient's hearing by giving specific level of examination sound to patient and automatically increase or decrease level of the examination sound in sequence based on responses given by the patient, audiometer which is characterized that, it interrupts following examination sound for a moment when there is a response from patient against examination sound of the first sound pressure level, if response from patient continues, it presents examination sound of the second sound pressure level which is greater than said first sound pressure level to patient, then interrupts the examination sound of the second sound pressure level to prompts patient to stop the response.

[Claim 3] Audiometer which is described in Claim 2 and characterized by interrupting said hearing test for a moment and notifying examiner and/or patient that response from patient is mistake with specific means of notification, when patient does not stop the response even if said examination sound of the second sound pressure level is presented and then the examination sound of the second sound pressure level is interrupted to prompt patient to stop response.

[Claim 4] In audiometer which examine

patient's hearing while giving masking noise to opposite side of ear from the object ear of examination and giving specific level of examination sound to object ear and automatically increase or decrease level of the examination sound in sequence based on responses given by the patient, audiometer which is characterized by interrupting said hearing test for a moment and notifying examiner and/or patient that response from patient is mistake with specific means of notification, when there is a response to masking noise from patient.

[Detailed explanation of the invention]**[0001]**

[Application field in industry] This invention concerns audiometer which is especially suitable in applying audiometer which performs hearing measurement by automatically increasing and decreasing examination sound level according to response from patient.

[0002]

[Prior technology] Previously in audiometer, it was made to measure minimum audible level (hereafter, it is called as threshold value) of patient based on response signal which is responded by using a means of response such as response button from a patient when specific level of examination sound is given to a patient. An audiometer measures threshold values at each frequency by giving examination sound of specific frequencies (125 Hz to 8000 Hz) to patient by increasing the level in steps starting from low level enough to be considered that it will not be heard by the patient and judging whether the patient is able to hear at each step based on operation of means of response by the patient.

[0003] However, there are persons among patients whose hearing of one ear is extremely better than the other ear. When examination sound is given to the ear with poor hearing, there are cases that patient hears this examination sound with good ear on opposite side and misunderstand that he is able to hear the examination sound and push the response

Patent Publication Hei 7-308310

button, although the ear which is the object examination is not actually hearing the examination sound, and incorrect measurement is done as a result. In this case, there is a need to measure the threshold value by applying masking on the opposite side ear from the object ear of examination at present.

[0004] Further, there are audiometers which are made to automatically conduct this hearing examination. With this type of audiometer, patient's threshold values are finally determined by automatically increasing and decreasing the examination sound corresponding to responses from the patient according to a program being entered in advance.

[0005]

[Problems to be solved by this invention]

However, when automatically examining hearing of patient by using an audiometer which has automatic hearing examination function, the examination proceeds fully based on responded information from patient and following problem would occur. At first, depending on the patient, there are cases that he keeps on pressing response button after pressing the button even examination sound is interrupted and he does not hear the examination sound. In this case, it is practically difficult for an audiometer to judge either "he certainly heard the sound but forgot to release the button" or "he keeps pressing the button although he is not hearing the sound". As a result, this type of audiometer will judge that the patient is able to hear the minimum level of sound which the audiometer is able to produce, thus measurement of threshold value becomes impossible. Accordingly, accurate threshold value will not be obtained and it spends wasteful time as well. Further, if attempts are made to wait until the patient releases the button and resume the examination, there is a concern that the examination may be interrupted forever.

[0006] Secondary, when hearing examination is applied with masking noise, depending

on patient, there are cases that he may press the response button by reacting to masking noise which is given first. In this case, this type of audiometer will accept the response information that is a response to the masking noise as same as true response information that is a response to the examination sound. As a result, it judges that threshold value measurement is impossible because there is a response although examination sound has not been presented. Therefore, there is a problem that accurate threshold measurement is not able to be done and it spends wasteful time as well. Further, if a program is executed which will wait until the response by a patient to masking noise is released, there is a problem too that the progress of examination stops and examination time becomes long.

[0007] This invention was done considering above described points and it is to propose an audiometer which is able to shorten examination time and prevent reduction of examination accuracy as well, by restricting the response from patient to be only response to the examination sound.

[0008]

[Means to solve the problems] In order to solve these problems in this invention, in audiometer 1 which examine patient's hearing while giving specific level of examination sound to patient and automatically increase or decrease level of the examination sound in sequence based on responses given by the patient, it is made to interrupt examination sound for a moment (SP111, SP134) when there is a response to examination sound from a patient (SP104, SP133), and if the response from the patient continues at this moment (SP112, SP135), interrupt hearing examination for a moment and notify examiner and/or patient that response from the patient is mistake (SP122, SP123, SP153, SP154) with specific means of notification 25 and 26.

[0009] Further in this invention, it is made to prompt patient to stop the response if there is a response to examination sound of the first

Patent Publication Hei 7-308310

level (SP104, SP133), by interrupting examination for a moment (SP111, SP134), and if response from patient continues at this moment (SP112, SP135), presenting examination sound of the second sound pressure level which is greater than the first sound pressure level to patient (SP117, SP118, SP149, SP150) then interrupting the examination sound of the second sound pressure level (SP119, SP151).

[0010] Further in this invention, it is made to interrupt hearing examination for a moment and notify examiner and/or patient that response from patient is mistake (SP122, SP123, SP153, SP154) with specific means of notification 25 and 26, when patient does not stop the response (SP120, SP152) even if patient is prompted to stop response by presenting examination sound of the second sound pressure level which is greater than the first sound pressure level to patient (SP117, SP118, SP149, SP150) then interrupting the examination sound of the second sound pressure level (SP119, SP151).

[0011] Further in this invention, it is made to temporarily interrupt hearing examination and notify examiner and/or patient that response from patient is mistake (SP43, SP44) with specific means of notification 25 and 26, when there is a response to masking noise from patient (SP42), in audiometer 1 which examines patient's hearing while giving masking noise to opposite side of ear from the object ear of examination and giving specific level of examination sound to object ear and automatically increase or decrease level of the examination sound in sequence based on responses given by the patient.

[0012]

[Function] If response from a patient continues even in a condition that examination sound is interrupted, it will interrupt the examination and notify the examiner and/or patient that response is mistake to have the patient stop the response. As a result, it is able to avoid extension of examination time

and reduction of examination accuracy, which are caused by the patient continuously responding regardless he can hear the examination sound or not.

[0013] Further, if response from a patient continues even in a condition that examination sound is interrupted, it is able to avoid extension of examination time and reduction of examination accuracy, which are caused by the patient forgetting to release the response button, by interrupting the second level of examination sound (SP119, SP151) after presenting the second sound level of examination sound which is louder than the first sound level to patient (SP117, SP118, SP149, SP150) to prompt the patient to stop the response.

[0014] Further, if there is a response to masking noise from patient (SP42), it is able to avoid extension of examination time and reduction of examination accuracy, which are caused by the patient reacting the masking noise, by temporarily interrupting the hearing examination and noticing the examiner and/or patient that response from the patient is incorrect (SP43, SP44) with specific notification means 25 and 26 to stop the response from the patient.

[0015]

[Embodiment examples] One embodiment example of this invention is described below in detail based on drawings.

[0016] (1) Total constitution

In Figure 1, 1 shows an audiometer in whole, and it is made to automatically increase or decrease examination sound level for each frequency according to response from patient, judge whether hearing test with giving masking noise is necessary or not, and be able to conduct hearing measurement with giving the masking noise. The audiometer 1 send operational instruction, which is entered by examiner by operating a control panel 2, to CPU (central processing unit) 3 as command signal 1.

[0017] CPU makes a sine wave oscillator 4

Patent Publication Hei 7-308310

oscillate specific sine wave by sending a control signal S2A based on the control signal S1 and a program which has been entered in advance to the sine wave oscillator 4, and have is send as sine wave signal 3 to a variable attenuator 5.

[0018] The attenuator 5 attenuates the sine wave signal 3 which is supplied from the CPU 3 as required, based on the control signal S2B, and send this as attenuated sine wave signal 4 to switch circuit 6. The switch circuit 6 is made to open and close the switch based on the control signal S2C being supplied from the CPU 3, and to send the attenuated sine wave signal S4 to a receiver selector 8 through a power amplifier 7. The receiver selector 8 sends the attenuated sine wave signal S4 to the first or the second receiver 9 or 10 based on the control signal S2D being supplied from the CPU 3, thus examination sound of a level based on the attenuated sine wave signal S4 is emitted from the first or the second receiver 9 or 10.

[0019] At this moment, the CPU 3 makes noise generator 20 generate masking noise in specific frequency by sending control signal S2E to the noise generator 20 and this is sent to variable attenuator 21 as the noise signal S10. The variable attenuator 21 attenuates the noise signal S10 based on the control signal S2F being supplied from the CPU 3, and this is sent to a switching circuit 22 as attenuated noise signal S11. The switching circuit 22 is made to open and close the switch based on control signal S2G being supplied from the CPU 3, and send out the attenuated noise signal S11 to the receiver selector 8 through a power amplifier 23 when the switch is closed.

[0020] At the receiver selector 8, it sends the attenuated noise signal S11 to the second or the first receiver 9 or 10 wherein the attenuated sine wave signal is not sent based on the control signal S2D being supplied from the CPU 3, thus noise sound which is based on the attenuated noise signal S11 is emitted from the second or the first receiver 9 or 10.

Further at this moment, the CPU 3 judges whether a response button 24A is operated to be pushed down or not within specific response acceptance time after the initiation of emitting sound from the first or second receiver 9 or 10, based on response signal S13 being supplied from the response switch 24 which opens and closes corresponding to pressing operation of the response button 24A by patient. Based on this, the CPU 3 is made to detect whether the examination sound of the sound level being presented at that moment is audible level or not.

[0021] In addition to this constitution, the audiometer 1 has an alarm 25 and a display 26, and when a patient presses the response button 24A reacting to the masking noise, or a patient keeps pressing the response button 24A despite examination sound is not presented, it is made to generate alarm sound from an alarm 25 and display specific message on the display 26 by the CPU 3 sending control signal S2H to the alarm 25 and control signal S2I to the display 26. According to this, the audiometer 1 is made to be able to notify the patient that response from the patient is whether correct response based on the examination sound or not.

[0022] (2) Standard pure sound automatic examination mode

This audiometer 1 has an examination mode which automatically conducts hearing examination according to the standard pure sound examination method (hereafter, this mode is called as standard pure sound automatic examination mode), and it is designed to execute the standard pure sound automatic examination mode - processing protocol RT1 which is shown in Figure 2 through Figure 6 when this standard pure sound automatic examination mode is selected by operation of control switch which is located on the control panel 2.

[0023] When it enters into the standard pure sound automatic examination mode - processing protocol RT1, the CPU 3 initializes

Patent Publication Hei 7-308310

memory (not shown in the illustration) which memorizes numbers of measurement and temporary threshold values at step S2, select right ear of patient as the object ear of examination in following step 3, and select 1000 [Hz] at step SP4 as the frequency of examination sound to be presented to the patient. Then in step SP5, the CPU 3 sets sending destination of attenuated sine wave signal S4 and attenuated noise signal S11 to be the first receiver 9 and the second receiver 10, respectively, by sending switching signal S2D to receiver selector 8, and sets oscillation frequency of sign wave oscillator 4 to be 1000 [Hz] by sending control signal S2A to the sine wave oscillator 4. In the following step SP6, the CPU 3 set the examination sound level which is to be presented from the first or second receiver 9 or 10 at 0 [dB] by sending control signal S2B to variable attenuator 5.

[0024] Then in following step SP7, the CPU 3 measures threshold value of the patient at that frequency based on threshold measurement operation processing protocol RT2 which is shown in Figure 8 and Figure 9. After the completion of this measurement, the CPU 3 proceeds to step SP8 and judges whether the frequency of examination sound being presented to patient at step SP7 was higher or equal to 1000 [Hz] or not, and if positive result is obtained at this stage, it moves to step SP9 and judges whether a operation mode which conducts threshold value measurement process for 2 times with 1000 [Hz] of examination sound (hereafter, this is called as confirmation measurement mode) has been selected in advance or not.

[0025] When it is confirmed that the confirmation measurement mode has not been selected at this step SP9, the CPU 3 changes frequency of examination sound to be emitted from the first receiver 9 from 1000 [Hz] to 1500 [Hz], 2000 [Hz], 3000 [Hz], 4000 [Hz], 6000 [Hz] and 8000 [Hz] in sequence by repeating a loop of steps SP9-SP10-SP11-SP12-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9, to

measure threshold value of the patient against each frequency.

[0026] Which means that when the CPU 3 receives negative result at step SP9, it moves to step SP10 to store the measurement result at step SP7 in a threshold measurement result storage memory (not shown in illustrations) as the threshold value of the patient at this frequency, and it proceeds to following step SP11 and judges whether the examination frequency being presented at threshold value measurement process in the step SP7 was 8000 [Hz] or not. When the CPU 3 obtains negative result at this step SP11, it moves on to step SP12 and selects a frequency which is one level higher frequency (1500 [Hz], 2000 [Hz], 3000 [Hz], 4000 [Hz], 6000 [Hz] or 8000 [Hz]) than what was presented in the step SP7, as the frequency of examination sound to be presented to the patient in following threshold value measurement processing, then proceeds to step SP13 to set the oscillation frequency of the sine wave oscillator 4 to be the frequency that was selected at the step SP12, by sending control signal S2A to the sine wave oscillator 4. Further, the CPU 3 judges whether threshold value measurement of both ears of threshold value measurement at each frequency has been completed or not at step SP14, and if negative result is obtained, it returns to step SP7 through step SP6.

[0027] Further, the CPU 3 proceeds to step SP15 from step SP11 after the measurement of threshold value of the patient at examination sound of 8000 [Hz], and then proceeds to step SP7 through steps SP13-SP14-SP6 after setting the frequency of examination sound to be emitted from the first receiver 9 to be 800 [Hz] at step SP15, measures threshold value of the patient for the examination sound of 800 [Hz] by executing the threshold value operation processing protocol RT2 in this step SP7, then proceeds to step SP16 through step SP8.

[0028] Further after this, the CPU 3 meas-

Patent Publication Hei 7-308310

ures threshold values of the patient to following frequencies in sequence by frequency of examination sound which is emitted from the first receiver 9 from 800 [Hz] to 500 [Hz], 250 [Hz] and 125 [Hz] in sequence by repeating a loop of steps SP17-SP18-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP16-SP17.

[0029] After measuring threshold value of patient for 125 [Hz], the CPU 3 then proceeds to step SP19 from the step SP17 and then selects left ear of the patient as the examination object and selects 1000 [Hz] as the frequency of examination sound to be emitted from the second receiver 10 as well, within the step SP19 through step SP22.

[0030] Further, the CPU 3 proceeds to step SP6 after these steps through SP13-SP14, and then measures threshold value of left ear of the patient for each frequency of 1000 [Hz] through 8000 [Hz] and 800 [Hz] through 125 [Hz] in sequence in the same way as the threshold value measurement of right ear for each frequency as described above, in the steps of step 6 through step SP22.

[0031] On the contrary to this, if CPU 3 confirms that confirmation measurement mode is selected at step SP9, it proceeds to step 24 and where it judges whether the threshold value measurement processing with 1000 [Hz] examination sound is the second time at the step SP7 or not based on the count value of specific counter (hereafter, this counter is called as measurement operation counting counter). If the CPU 3 gets negative result at this step SP24, it moves to step SP25 and records the measurement result being obtained by the threshold value measurement processing at step SP7 in the threshold measurement result recording memory as the result of first measurement at this frequency, then proceeds to step SP26 to judge whether the examination sound being presented to the patient at step SP27 was 8000 [Hz] or not.

[0032] When it gets negative result at this step SP26, the CPU 3 proceeds to step SP27 and selects a frequency (1500 [Hz], 2000

[Hz], 3000 [Hz], 4000 [Hz], 6000 [Hz] or 8000 [Hz]) which is one rank higher than the frequency which was presented at step SP7 as the frequency to be presented to the patient in the following threshold value measurement processing, and proceeds to step SP7 through steps SP13-SP14-SP6, and executes threshold value measurement processing at a frequency which was set at the step SP13.

[0033] Further, the CPU 3 proceeds to step 26 through steps SP8-SP9-SP24-SP25 after the completion of threshold measurement processing at step SP7, then conducts the first time threshold value measurement for examination sound of 1000 [Hz] through 8000 [Hz] by repeating the loop of steps SP26-SP27-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9-SP24-SP25-SP26 until receiving positive result at step SP26 (which means that until the completing threshold value measurement operation with examination sound of 8000 [Hz]).

[0034] After completion of the first time threshold value measurement process of examination sound of 1000 [Hz] through 8000 [Hz], the CPU 3 proceeds to step SP28 to select 1000 [Hz] as examination sound frequency to present to patient in following threshold value measurement processing by receiving a positive result at step SP26, and sets the calculation value of threshold value measurement count counter to 2, then proceeds to step SP7 through steps SP13-SP14-SP6 to execute the second time threshold value measurement processing for 1000 [Hz].

[0035] After the completion of the second time threshold value measurement processing for 1000 [Hz] at this step SP7, the CPU 3 proceeds to step SP29 through steps SP8-SP9-SP24, then compares the measurement result of the first time and the measurement result of the second time within step SP29 through step SP31, and records lower one among the measurement result of the first time and the measurement result of the second time as the threshold values of the patient.

[0036] When the CPU 3 confirms that there

Patent Publication Hei 7-308310

is a difference of 10 [dB] or more between the measurement result of the first time and the measurement result of the second time at following step SP32, it then executes the second time threshold value measurement for each frequency by repeating a loop of steps SP33-SP34-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9-SP24-SP29-SP30 (or SP31)-SP32-SP33 until it reaches a frequency at which the difference between the first time and the second time at step SP32 becomes 5 [dB] or less by changing frequency of examination sound from 1000 [Hz] to 1500 [Hz] through 8000 [Hz] in sequence.

[0037] In concrete, if the difference of threshold values of the first time and the second time at 1000 [Hz] is 5 [dB] or less, the CPU 3 moves from the step SP32 to step SP35 and will not conduct the second time threshold value measurement processing at higher frequency than 1000 [Hz]. On the contrary, if the difference of threshold values between the first time and the second time at 1000 [Hz] is 10 [dB] or more, threshold value measurement at 1500 [Hz] is done for the second time. Similarly, if the difference of threshold values between the first time and the second time at 1500 [Hz] is 5 [dB] or less, the second time threshold value measurement processing is not done for higher frequency than 1500 [Hz].

[0038] On the contrary, if CPU 3 confirms that the difference of threshold values between the first time and the second time is 5 [dB] or less at step SP32, or confirms that the second time threshold value measurement for 1000 [Hz] through 8000 [Hz] has completed at step SP33, it proceeds to step SP35 and set the frequency of examination sound to 800 [Hz]. After this, CPU 3 proceeds to step SP7 through step SP13-SP14-SP6, and measures threshold value of the patient for examination sound of 800 [Hz] at this step SP7. Then after this measurement, CPU 3 proceeds to step SP17 through steps SP8-SP16 and measures threshold value of the patient for each fre-

quency of 500 [Hz] through 125 [Hz] by repeating steps SP17-SP18-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP16-SP17 as same as above described.

[0039] Further after measuring threshold value of the patient for examination sound of 125 [Hz], the CPU 3 proceeds from step SP17 to step SP19, and selects left ear of patient as the object of examination at between step SP19 and step SP22 and select 1000 [Hz] as the frequency of examination sound to be emitted from the second receiver 10, then after sequentially measuring each threshold value of left ear of the patient for each frequency of 1000 [Hz] through 8000 [Hz] and 800 [Hz] through 125 [Hz], respectively, as described above, it moves to step SP14.

[0040] Then after receiving a positive result at step SP14, which means that hearing measurement without giving masking noise has completed, and the CPU 3 moves to step SP36. The CPU 3 executes hearing measurement processing with giving masking noise to opposite side of ear from the object of examination, when measured threshold values do not meet specific regulation, which means that threshold value of one side of ear is 50 [dB] or greater and the threshold value of this ear is greater than the threshold value of other side of ear.

[0041] Which is that when the CPU 3 judges that hearing measurement with giving masking noise is necessary at step SP36 and step SP37, it gives masking noise which is 10 [dB] greater sound pressure level than the threshold level of the ear on opposite side from examination object to the ear on opposite side from examination object, in following step SP38 through step SP41, and checks whether there is a response from the patient or not in following step SP42.

[0042] When CPU 3 confirms that there is a response from the patient in step SP42, because this means that the patient is responding to the masking noise, it moves to step SP43 and have a message saying "Patient

Patent Publication Hei 7-308310

is responding to masking noise. Push start button when explanation is complete." displayed on the display 26, and also generate alarm sound from the alarm 25 in following step SP44.

[0043] Then the CPU 3 wait in step SP45 for the restart button on control panel 2 being operated to be pressed by the examiner, and it clears the message on the display 26 and the alarm sound of the alarm 25 in step SP46 when the restart button is operated to be pressed by the examiner.

[0044] On the contrary, if CPU 3 judges that there is no need for hearing measurement with giving masking noise in step SP36 and step SP37, it judges whether hearing measurement with giving masking noise is necessary or not at each frequency of 1000 [Hz], 1500 [Hz], 2000 [Hz], 3000 [Hz], 4000 [Hz], 6000 [Hz] and 8000 [Hz], by repeating a loop of steps SP47-SP48-SP49-SP50-SP36-(SP37)-SP47.

[0045] Then after completion of judgment of necessity of masking noise at 8000 [Hz], the CPU 3 sets the frequency at 800 [Hz] in following step SP51 by positive result being obtained in step SP48. After this, the CPU 3 judges the necessity of masking noise at this 800 [Hz] in step SP36 and step SP37, then it judges whether hearing measurement with giving masking noise is necessary for each frequency of 500 [Hz], 250 [Hz] and 125 [Hz] by repeating a loop of steps SP47-SP52-SP53-SP50-SP36-(SP37)-SP47.

[0046] Then after completion of judgment of necessity of masking noise at 125 [Hz], the CPU 3 switches the frequency to 1000 [Hz] by moving to step SP54 by positive result being obtained in step SP52, and switches the ear for giving examination sound and the ear for giving masking noise in step SP55, then judges the necessity of masking noise for opposite ear at each frequency by repeating said step SP36, step SP37 and step SP47 through step SP53. After this, when the CPU 3 judges that examination of both ears have been completed, it moves to step SP58 and

finishes the pure sound automatic examination mode processing protocol.

[0047] Further if the CPU 3 confirms that there has been no response from the patient in above described step SP42, which means that the patient is not responding incorrectly due to masking noise, the CPU 3 this time moves to step SP59 to increase the examination sound level by 5 [dB] than the threshold value which was measured in a condition of not giving the masking noise to present examination sound at step SP60, and confirms response from the patient in step SP61.

[0048] When the CPU 3 confirms that there was no response from the patient in step SP61, which means that it re-confirmed that examination with giving masking noise is necessary to this patient, the CPU 3 at this moment turns off the examination sound at step SP63 and reduces the examination sound level by 10 [dB] than previously measured threshold value in following step SP63, then executes threshold value measurement processing with giving masking noise in following step SP64.

[0049] Then the CPU 3 records the threshold value being measured in step SP64 in step SP65, and after this it executes threshold value measurement processing while increasing masking noise level by 15 [dB] by repeating a loop of steps SP66-SP67-SP68-SP69-SP70-SP71-SP66. The CPU 3 compares threshold values, namely threshold value being measured in previous masking noise against present temporary threshold value being measured by increasing the masking noise by 15 [dB] in step SP70, and if this difference is 5 [dB] or less, it judges that the threshold value being measured in previous masking noise is correct threshold value, and escapes this loop at this moment to move to step SP72 to stop the examination sound and stops masking noise in following step SP73 then returns to step SP47.

[0050] Further, when the CPU 3 confirms that there is a response from the patient in

Patent Publication Hei 7-308310

step SP 61, which means that the result obtained by the measurement without masking is correct threshold value, and at this moment it turns off the examination sound and masking sound at the step SP73 to return to step SP47.

[0051] Further, if it reaches the maximum value of masking noise without being able to obtain a result that the difference between the threshold value of previous time and threshold value of this time is 5 [dB] or less in said loop of steps SP66-SP67-SP68-SP69-SP70-SP71-SP66 wherein the masking noise was increased by 15 [dB], the CPU 3 moves from step SP67 to step SP74 and stops the examination sound there then returns the masking noise level to 10 [dB] higher level than the threshold value of opposite ear from the present object ear of examination in following step SP75, then set the examination sound level to be 10 [dB] less value than the threshold value which was obtained without masking noise in following step SP76, to measure threshold value by increasing examination sound level in sequence from sufficiently low examination sound level in following step SP77.

[0052] In the next step SP78, the CPU 3 records the threshold value being obtained in step SP77 as threshold value data in memory, it sets counter value to zero in step SP79 then measures threshold value by increasing masking noise by 5 [dB] in sequence by repeating following loop of steps SP80-SP81-SP82-SP-83-SP84-SP85-SP-86-SP87-SP80 (SP79).

[0053] When previous threshold value and compared to that present threshold value wherein masking noise is 5 [dB] greater become equal in this loop, the CPU 3 leaves out of this loop at step SP84 and increases the count value by 2, then measures threshold value by increasing the masking noise by 5 [dB] again at step SP80 through step SP89, and compares the threshold value of this moment and previous threshold value.

[0054] Thus the CPU 3 judges that correct threshold value has been obtained when the threshold value did not change even when masking noise was increased by 5 [dB] for total 10 [dB] or change of threshold value satisfies 5 [dB] or less when it was changed by total 15 [dB], and moves from step SP89 to step SP91 to turn off the examination sound to return to step SP47.

[0055] Further, when a threshold values wherein previous and present values are equal are not obtained even if the masking noise is increased by 5 [dB] at a step, the CPU 3 moves from step SP81 to step SP93 and judges that it is impossible to obtain threshold value when masking noise is applied, and scales out this value.

[0056] Which means that when the CPU 3 judges that accurate threshold value will not be obtained when the masking noise is increased by 15 [dB] at a step in step SP66 through step SP7, it is designed to conduct threshold value measurement by increasing the masking noise by 5 [dB] at a time in the processing of step SP74 through step SP92.

[0057] (3) Threshold value measurement processing routine

When the CPU 3 enters threshold value measurement processing routine RT2 which is shown in Figure 7, Figure 8 and Figure 9 from above described step SP7, step SP64, step SP68, step SP77 and step SP82 of standard pure sound examination mode processing protocol RT1, it is designed to measure threshold value of patient by executing following processing protocol.

[0058] Which is, when CPU 3 enters step SP100 and sets the examination sound at sufficiently small value at step SP101, it sets count value of counter to zero in following step SP102, then presents examination sound at step SP103 and confirms response from patient in following step SP104.

[0059] When the response is not obtained in step SP104, the CPU 3 returns back to step SP104 through step SP105 and step SP106.

Patent Publication Hei 7-308310

Which means that the CPU 3 waits for response from patient in step SP104 by increasing the examination sound level by 20 [dB] at a time by repeating a loop of steps SP104-SP105-SP106-SP104. When response from the patient is not obtained at step SP104 and it is judged that the examination sound level is maximum at this moment in step SP105 in this stage, it is judged that measurement of threshold value of this patient is impossible with this audiometer 1, and the CPU 3 scales out this examination sound level through steps SP107 and SP108 and returns back to standard automatic examination mode processing protocol RT1 through following step SP109.

[0060] On the contrary, when a response from patient is confirmed in a moment at step SP104, the CPU 3 moves to step SP110 and judges whether this examination sound is at minimum level or not, once turns off the examination sound at step SP111 if positive result is obtained, and confirms whether there is a response from the patient or not in following step SP112. When there is no response from the patient in step SP112, the CPU 3 judges that the patient is correctly responding to the examination sound and then presents the examination sound again for reconfirmation at step SP113 and confirms response from the patient in following step SP114.

[0061] The CPU 3 judges that response of the patient is correct when a response is obtained from the patient in step SP114, turns off the examination sound at step SP115 and determines that present examination sound level at step SP116 (namely minimum examination sound level that can be examined) is the threshold value of the patient, and moves to step SP109. On the contrary, if a response is not obtained from the patient at step SP114, the CPU 3 moves to step SP106 and restarts above described measurement of increasing the examination sound by 20 [dB] at a time.

[0062] Further, if there is a response from

patient regardless the examination sound has been turned off at step SP112, which means that the patient simply forgot to release the response button 24A or keeps on pressing the response button 24A regardless he hears the examination sound or not, the CPU 3 at this moment prompts the patient to release hand from the response button 24A by presenting examination sound which is 10 [dB] greater than previous examination sound level in steps SP117-SP118 and turning off the examination sound at step SP119.

[0063] When the CPU 3 confirms that there has been no response from the patient at step SP120, it judges that the reason why the patient kept pressing operation of the response button 24A was simply because he forgot to release the response button 24A in step SP112, and the CPU 3 at this moment proceeds to step SP113 after reducing the examination level again by 10 [db] in step SP112.

[0064] On the contrary if the CPU 3 confirms that there still is response from the patient at step SP112, it judges that the patient is pressing the response button 24A despite he is not hearing the examination sound, and move to step SP122 and displays a message saying "Patient response button has been pressed." on the display 26 and generate alarm sound from alarm 25 in following step SP123 to inform the examiner that the patient keeps pressing the response button despite the patient does not hear.

[0065] In following step SP 124, the CPU 3 wait for the restart button to be operated by being pushed down by the examiner, and when the restart button is operated to be pushed down, it clears the message on the display 26 and alarm sound of the alarm 25 in following step SP125, then moves to step SP126 to set the examination sound level at sufficiently low value again and proceeds to step SP102.

[0066] Further if a negative result is obtained in step SP110, the CPU 3 enters further detail

Patent Publication Hei 7-308310

threshold value measurement. When a negative result is obtained in step SP110, the CPU 3 moves to step SP127 to reduce the examination sound level by 20 [dB], then confirms response from the patient in following step SP128, and if there is a response from the patient, it returns back to step SP110.

[0067] On the contrary if there is no response in step SP112, the CPU 3 increases examination sound level by 5 [dB] in step SP129 and confirms for a response from the patient in following step SP130, and if there is a response, it proceeds to step SP131 and records the examination sound level at this moment as a temporary threshold value in memory. Then the CPU 3 further increases the examination sound level by 5 [dB] in step SP132 then confirms for the response from the patient in this case in following step SP133. If there is no response from the patient in step SP133, the CPU returns back to step SP129 because there is high probability that the response of the patient at step SP130 is wrong.

[0068] Further, if the CPU 3 confirms that there is a response from the patient in step SP133, which means that the response from the patient is correct or the patient keeps pressing the response button 24A, the CPU 3 in this case moves to step SP134 to once turn off the inspection sound and confirms for the response from the patient in following step SP135.

[0069] No response from the patient at step SP135 means that the patient is correctly operating to press down the response button 24A following the examination sound, and the CPU 3 moves to step SP136 in this case. When moving to step SP136, the CPU 3 detects the count value and moves to step SP137 to increase the count number when the counter value is zero, which means that the measurement time is the first time, then reduces the examination sound level by 15 [dB] in following step SP138, returns to step

SP129 through step SP139, and again conducts a measurement of increasing the examination sound level by 5 [dB] at a time.

[0070] Further, when CPU 3 detects that the count value is 1, which means that the time measurement is the second time, it moves to step SP140 to judge whether the first threshold value and the second threshold value which were recorded in step SP131 are equal or not, and if positive result is obtained, it records the threshold value of the second time as the measurement result in step SP141 then returns the standard pure sound automatic examination mode processing protocol RT1 through step SP109. Further, when negative result is obtained in step SP140, the CPU 3 moves to step SP137 and increases the count value and executes next measurement processing.

[0071] After this the CPU 3 moves to step SP142 from step SP140 when the measurement reaches 3 or more. When CPU 3 judges that two measurement results among multiple measurement match in step SP142, it moves to step SP143 and records the matched temporary threshold value as correct threshold value and moves to step SP109. On the contrary, if there is no matching measurement results at all among the multiple measurement results, it moves to step SP144 and judges whether the count number is "3" or not (which means that fourth measurement is complete or not), and if a negative result is obtained, it moves to step SP137 and conducts fourth time measurement. On the contrary when positive result is obtained in the step SP144, the CPU 3 moves to step SP145 and records the best temporary threshold value among four times of measurement but at the same time it determines that this temporary threshold value is not reliable and returns to step SP109.

[0072] Further if there is no response from the patient in step SP135, it moves to step SP146 and judges whether the examination sound level is the maximum level that the

Patent Publication Hei 7-308310

audiometer 1 is able to present or not, and if negative result is obtained, it returns back to step SP129 and repeat the measurement. On the contrary, if negative result is obtained at the step SP146, it moves to step SP147 and turns off the examination sound, then determines that present examination sound level as the threshold value in following step SP148 and moves to step SP109.

[0073] Further if there is a response from the patient in step SP135, which means that the patient keeps pressing the response button 24A regardless he hears the examination sound or not, or forgot to release the response button 24A, the CPU 3 at this moment moves to step SP149. The CPU 3 increases the examination sound level by 10 [dB] in step SP149 and presents the examination sound in step SP150, then turns off the examination sound at following step SP151 to prompt the patient to release the hand from the response button.

[0074] Then the CPU 3 judges whether there is a response from the patient in step SP152, and if there is no response, which means that the patient simply forgot to release the response button 24A, it moves to step SP136. On the contrary if there still is response from the patient in step SP152, which means that the patient keeps pressing the response button 24A regardless he is hearing the examination sound or not, the CPU 3 moves to step SP153 at this moment and displays a message saying "Patient response button has been pressed." on the display 26 and generate alarm sound from alarm 26* in following step SP154 to inform the examiner that the patient keeps pressing the response button regardless the condition of the examination sound.

**Translator's note: This "alarm 26" should be a mistake of "alarm 25".*

[0075] After this, the CPU 3 wait until an instruction of restart is given by the examiner in step SP155, and when there is an instruction of restart, it clears the message on the display 26 and alarm sound from the alarm 25

in following step SP156, and returns to step SP126 to redo the threshold value measurement processing from the beginning.

[0076] (4) Operation of embodiment example
In above constitution, the audiometer 1 first measures threshold value of patient at each frequency without giving masking noise (SP7). When audiometer 1 confirms that patient is pressing a response button 24A despite examination sound is not presented in this measurement process (SP112, SP135), first it presents examination sound which is 10 [dB] greater than the level of previously presented examination sound (SP118, SP150), then momentarily turns of the examination sound (SP119, SP151) to prompt the patient to release the hand from the response button 24A.

[0077] However, if it confirms that the patient does not release hand from the response button 24A despite of this (SP120, SP152), the audiometer 1 once interrupts the measurement and displays an message on a display 26 that patient keeps pressing the response button 24A (SP122, SP153) and generate alarm sound from alarm 26* to notofy examiner about this. **Translator's note: This "alarm 26" should be a mistake of "alarm 25".* Thus the audiometer 1 avoids elongation of measurement time and measurement error which is caused by patient keeping on pressing response button 24A.

[0078] When audiometer 1 measures threshold values of both ears at each frequency when masking noise is not given, it judges whether threshold value measurement with giving masking noise is necessary or not for each frequency (SP36, SP37). When it judges that threshold value measurement while giving masking noise is necessary at this stage, the audiometer 1 gives masking noise to opposite year from the firs object ear of measurement (SP41). At this moment, the audiometer 1 confirms whcther there is a response from the patient or not (SP42) and when there is a response, it judges that the

Patent Publication Hei 7-308310

patient has responded to the masking noise and temporarily interrupts the measurement processing and display a message showing that the the patient is mistakenly reacting to the masking noise and pressing the response button 24A on display 26 (SP43) and generates alarm sound from alarm 25 (SP44) to notify the examiner about this. The examiner instruct the patient that this sound is masking noise thus he should not press the response button 24A based on this. Thus the audiometer 1 avoids elongation of measurement time and measurement error which is caused by patient reacting to masking noise.

[0079] Further, the audiometer 1 is made to judge whether a patient is operating response button 24A to press down following the examination sound or keep pressing the response button regardless the examination sound as same as the case processing of above described not giving the masking noise (SP7) in this threshold value measurement processing while giving masking noise (SP64, SP68, SP77, SP82), and notify this to examiner via display 26 and alarm 25.

[0080] (5) Effect of embodiment example According to above constitution, it is able to realize audiometer 1 which is able to shorten examination time and improve examination accuracy, by making it to once interrupt examination sound in the process of threshold value measurement processing and judge whether patient keeps pressing response button 24A regardless the patient hears the examination sound or not when there is response from the patient at this moment, and notice this to examiner with alarm 25 and display 26 to let the patient leave hand from the response button 24A.

[0081] Also, it is able to realize audiometer 1 which is able to shorten examination time and improve examination accuracy, by designing it to prompt releasing hand of patient from the response button 24A by presenting greater level sound than previously presented sound pressure level when there still is response

from patient when the examination sound is once interrupted in the process of threshold value measurement processing.

[0082] Further, it is able to realize audiometer 1 which is able to further shorten examination time and improve examination accuracy, by designing it to have patient release hand from the response button 24A, even when greater level sound than previously presented sound pressure level is presented to promote releasing hand of patient from the response button 24A, by informing this to examiner by alarm 25 and display 26.

[0083] Further, it is able to avoid wrong response which is caused by reacting to the masking noise, by notifying the patient that the sound he heard is masking noise, if there is a response from the patient when only masking noise is given, when conducting threshold value measurement while giving masking noise, and as a result, it is able to realize audiometer 1 which is able to shorten examination time and improve examination accuracy.

[0084] (6) Other embodiment examples Further, it is described in said embodiment example about a case wherein alarm 25 and display 26 are installed on examiner side to first inform examiner and then the examiner instructs patient to release response button 24A, when patient keeps pressing response button 24A and patient operates response button 24A to press down by reacting to the masking noise, however, this invention is not restricted within this and for example, it may be made to have display 26 on patient side and directly instruct patient to release the response button 24A with the display 26.

[0085] Further, it is described in said embodiment example about a case to notify that patient is keeping to press response button 24A and patient is operating response button to press down by reacting to masking noise, by using alarm 25 and display 26, however, the means of notification is not restricted within this and a lamp may be used which

Patent Publication Hei 7-308310

lights when patient is keeping to press response button 24A or when patient is operating response button to press down by reacting to masking noise, or this may be notified with voice.

[0086] Further, it is described in said embodiment example about a case to notify that patient is keeping to press response button 24A when momentarily presenting examination sound of greater sound pressure level to prompt patient to release hand from response button 24A when there is response from patient even examination sound is interrupted but patient still sends response, however this invention is not restricted within this and the process which prompts patient releasing hand from response button 24A by momentarily presenting examination sound of greater sound pressure level may be omitted.

[0087]

[Effect of the invention] As described above, it is able to restrict response from patient only to examination sound according to this invention, by making that temporarily interrupting examination sound when there is a response from patient against examination sound and if response from patient continues, interrupting hearing examination for a moment and notifying examiner and patient that the response from patient is mistake with specific means of notification; and it is able to realize audiometer which is able to shorten examination time and prevent reduction of examination accuracy for this.

[0088] Further according to this invention, it is able to restrict response from patient only to examination sound by making it to prompt patient to stop response by temporarily interrupting examination sound when there is a response from patient to the first sound pressure level of examination sound, and if response continues from patient at this time, presenting examination sound of the second sound pressure level which is greater compared to the first sound pressure level then interrupting the examination sound of the

second sound pressure level; and it is able to realize audiometer which is able to shorten examination time and prevent reduction of examination accuracy for this.

[0089] Further according to this invention, it is able to restrict response from patient only to examination sound by making it to temporarily interrupt hearing examination and notify examiner and/or patient that the response from patient is mistake with specific means of notification when there is a response from patient to masking noise; and it is able to realize audiometer which is able to shorten examination time and prevent reduction of examination accuracy for this.

[Brief explanation of drawings]

[Figure 1] Block diagram showing total constitution of an embodiment example of audiometer according to this invention.

[Figure 2] Flow chart showing processing protocol of automatic examination mode with standard pure sound.

[Figure 3] Flow chart showing processing protocol of automatic examination mode with standard pure sound.

[Figure 4] Flow chart showing processing protocol of automatic examination mode with standard pure sound.

[Figure 5] Flow chart showing processing protocol of automatic examination mode with standard pure sound.

[Figure 6] Flow chart showing processing protocol of automatic examination mode with standard pure sound.

[Figure 7] Flow chart showing threshold measurement processing protocol.

[Figure 8] Flow chart showing threshold measurement processing protocol.

[Figure 9] Flow chart showing threshold measurement processing protocol.

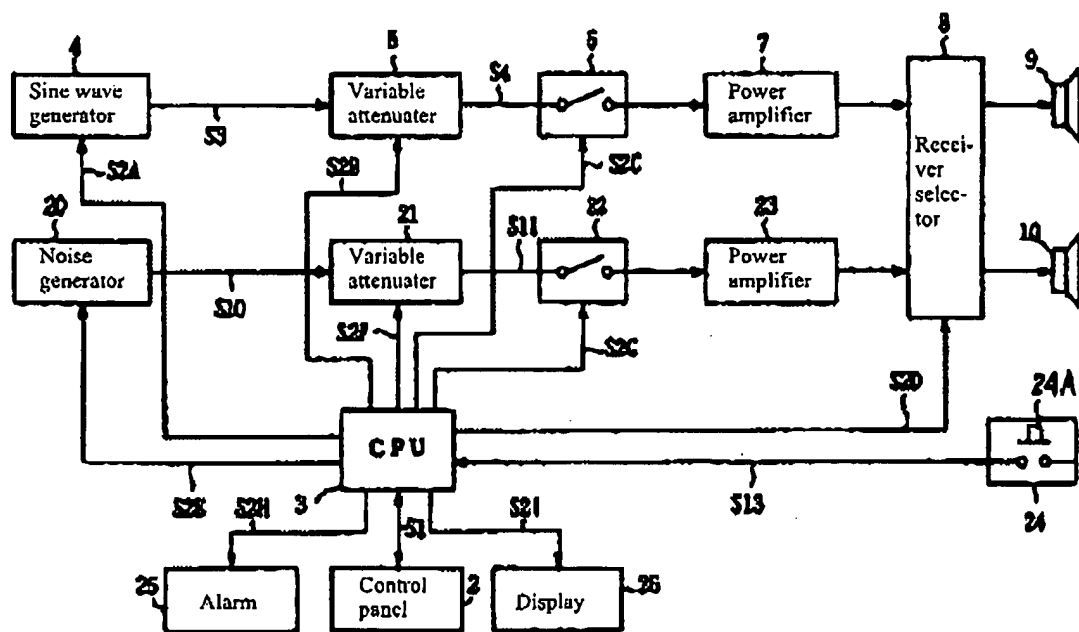
[Description of numbers]

1: audiometer, 3: CPU, 25: alarm, 26: display device.

*Translated by: Hideyo Sugimura, 651-490-0233,
hsugimura@pipeline.com, January 31, 2005*

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 1]



1 Audiometer

Figure 1 Audiometer of Embodiment example

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 2]

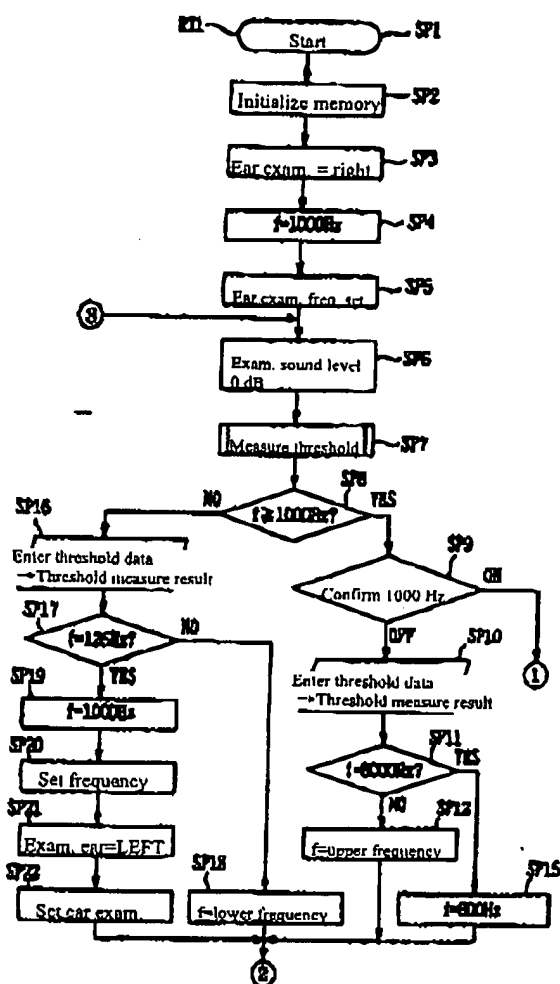


Figure 2 Standard pure sound automatic examination mode, processing protocol (1)

[Figure 9]

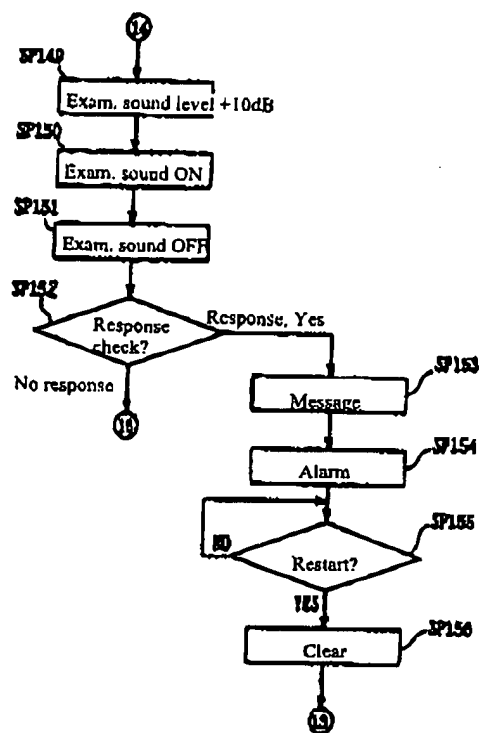


Figure 9 Threshold measurement processing protocol (3)

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 3]

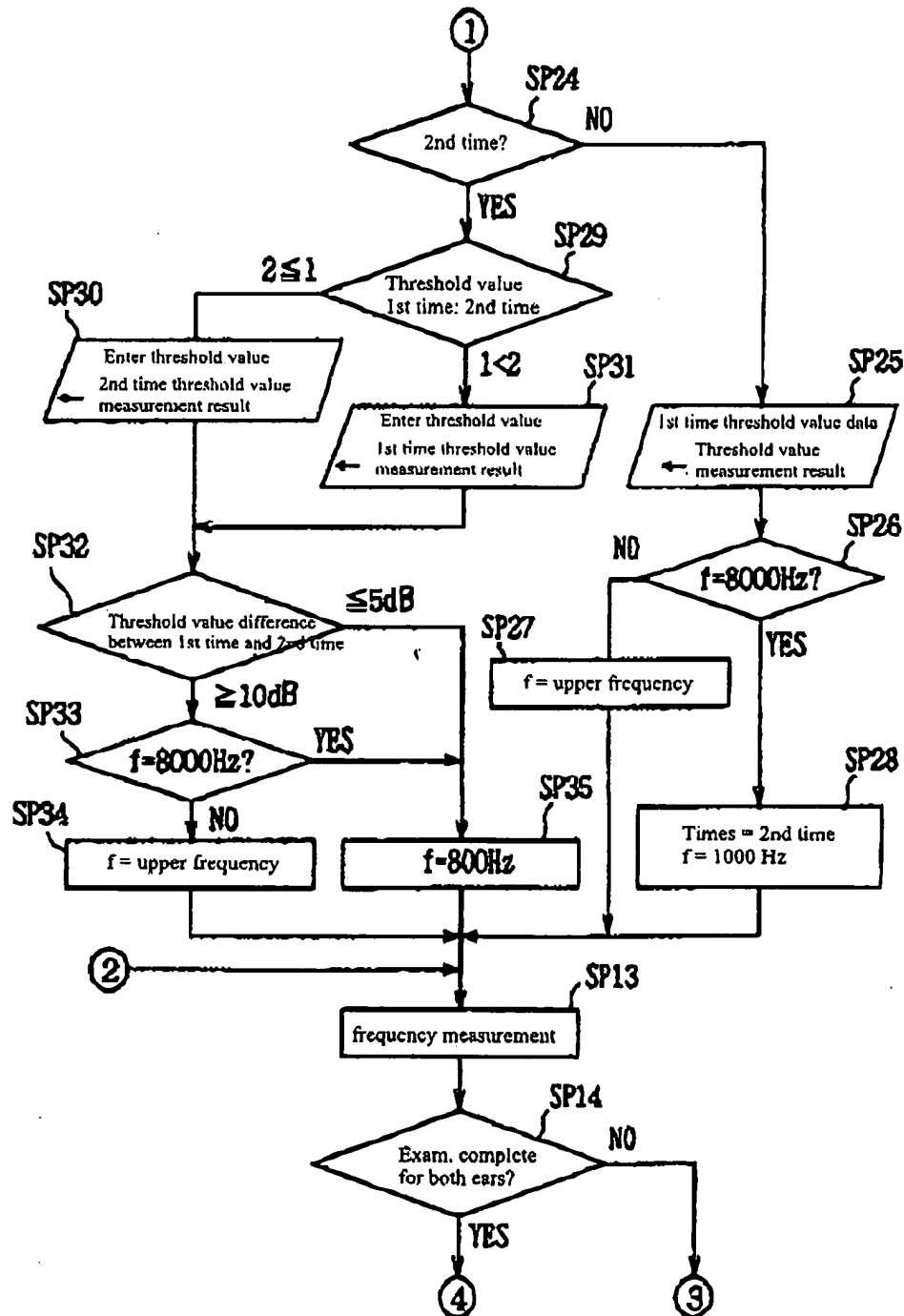


Figure 3 Standard pure sound automatic examination mode, processing protocol (2)

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 4]

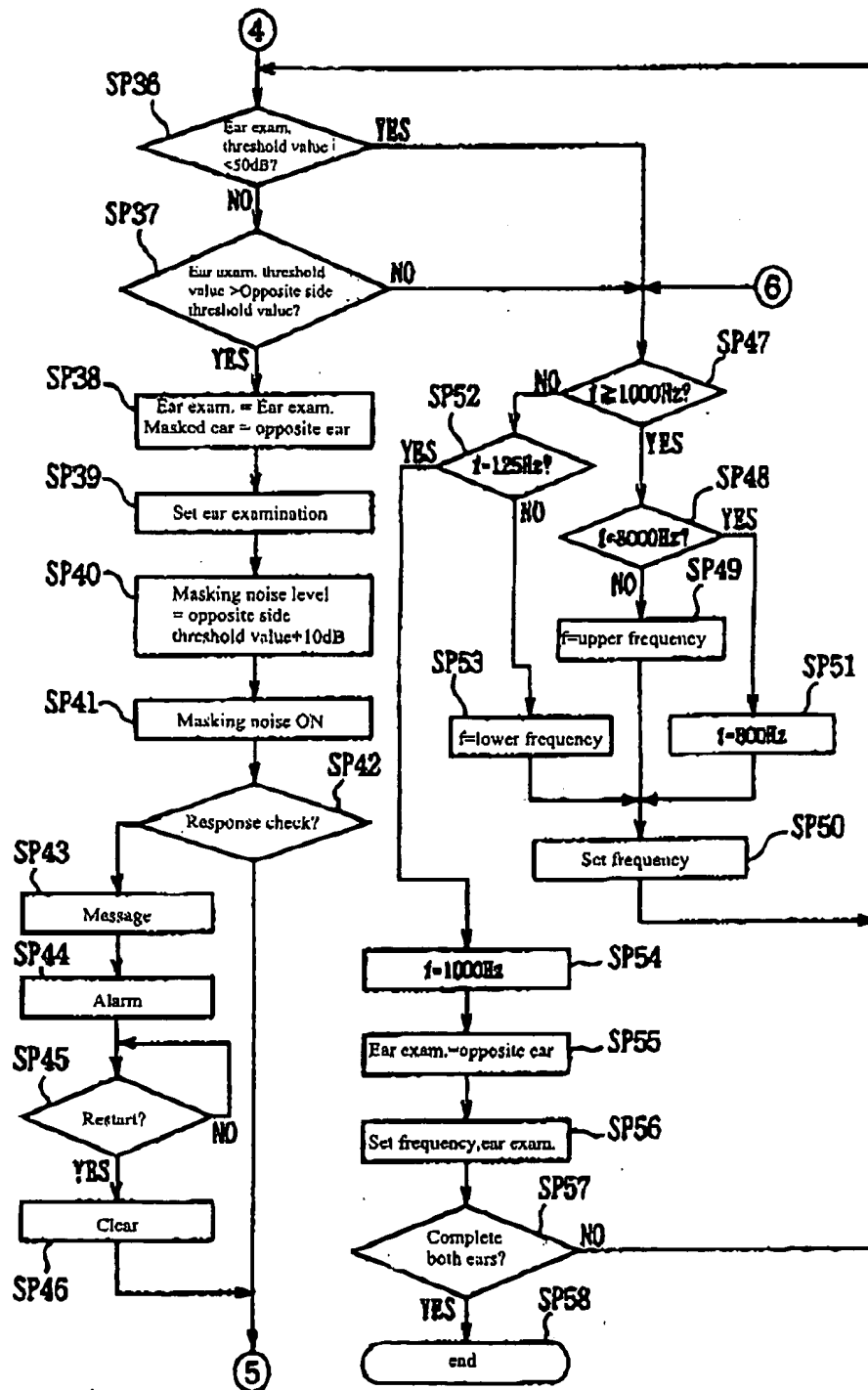


Figure 4 Standard pure sound automatic examination mode, processing protocol (3)

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 5]

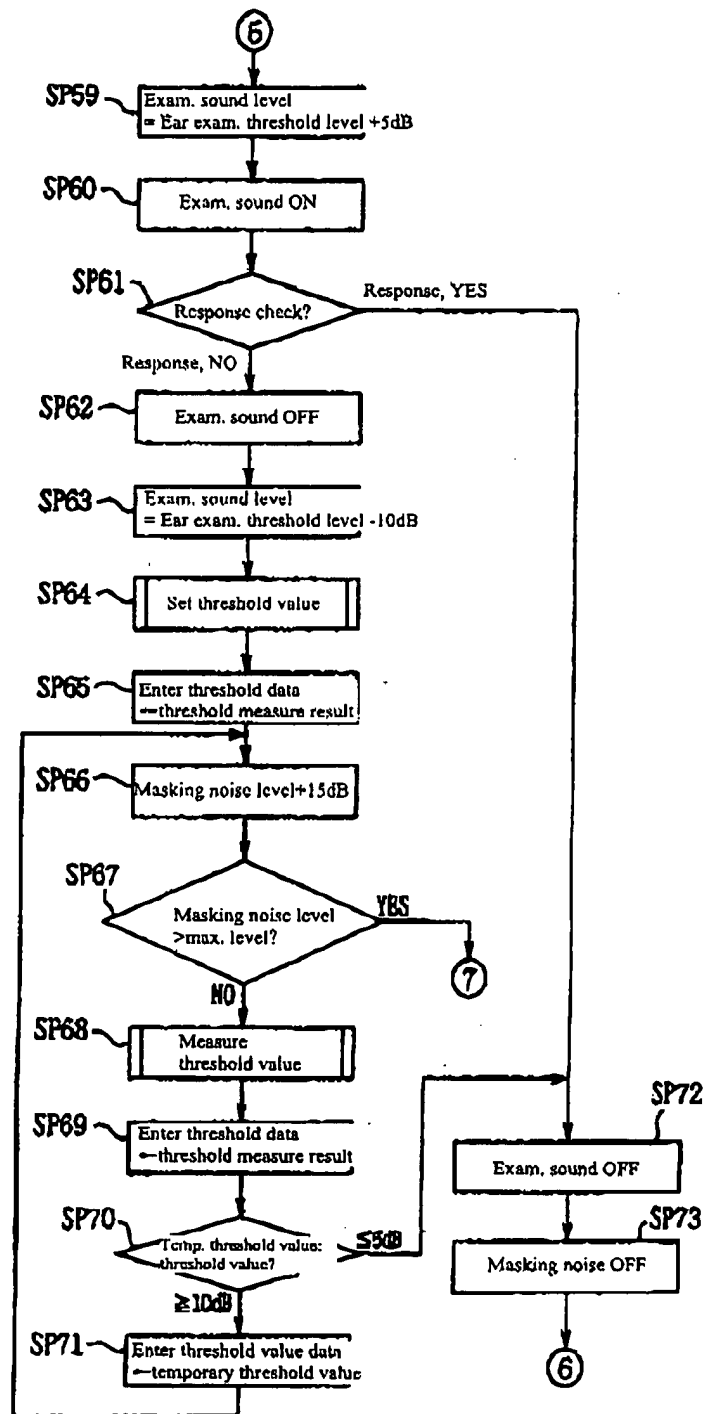


Figure 5 Standard pure sound automatic examination mode, processing protocol (4)

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 6]

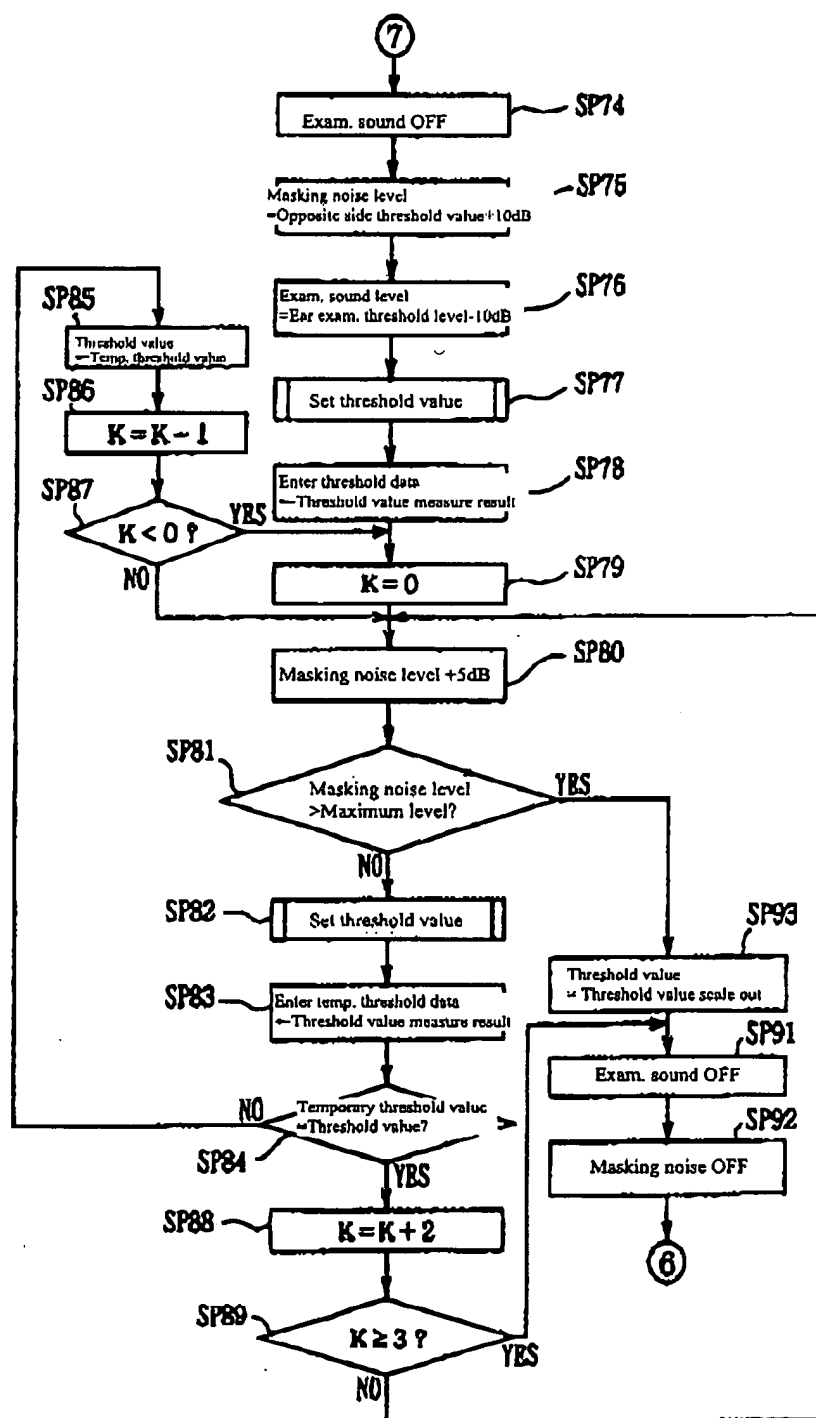


Figure 6 Standard pure sound automatic examination mode, processing protocol (5)

[Figure 7]

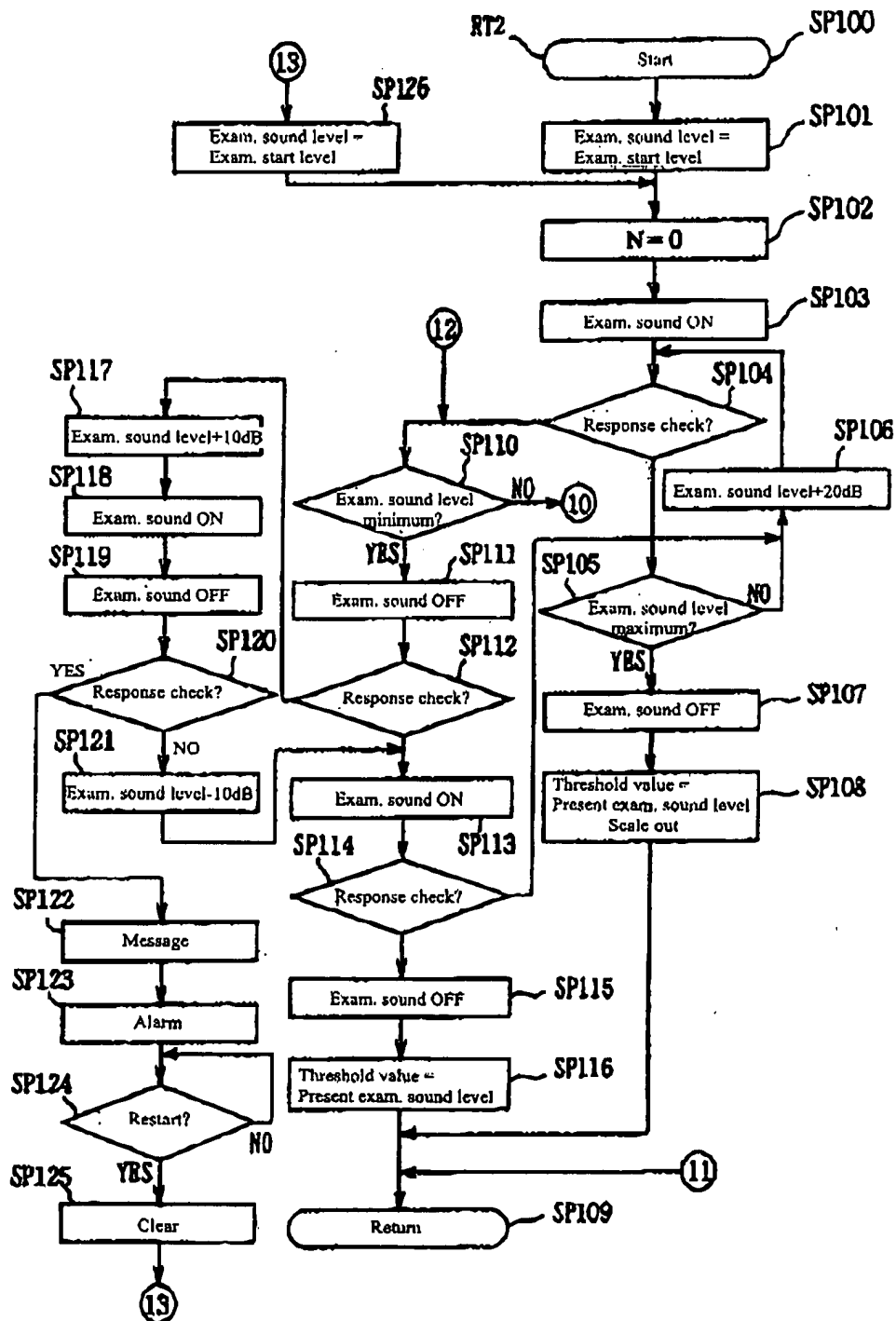


Figure 7 Threshold value measurement, processing protocol (1)

Patent Publication Hei 7-308310

[Figure 8]

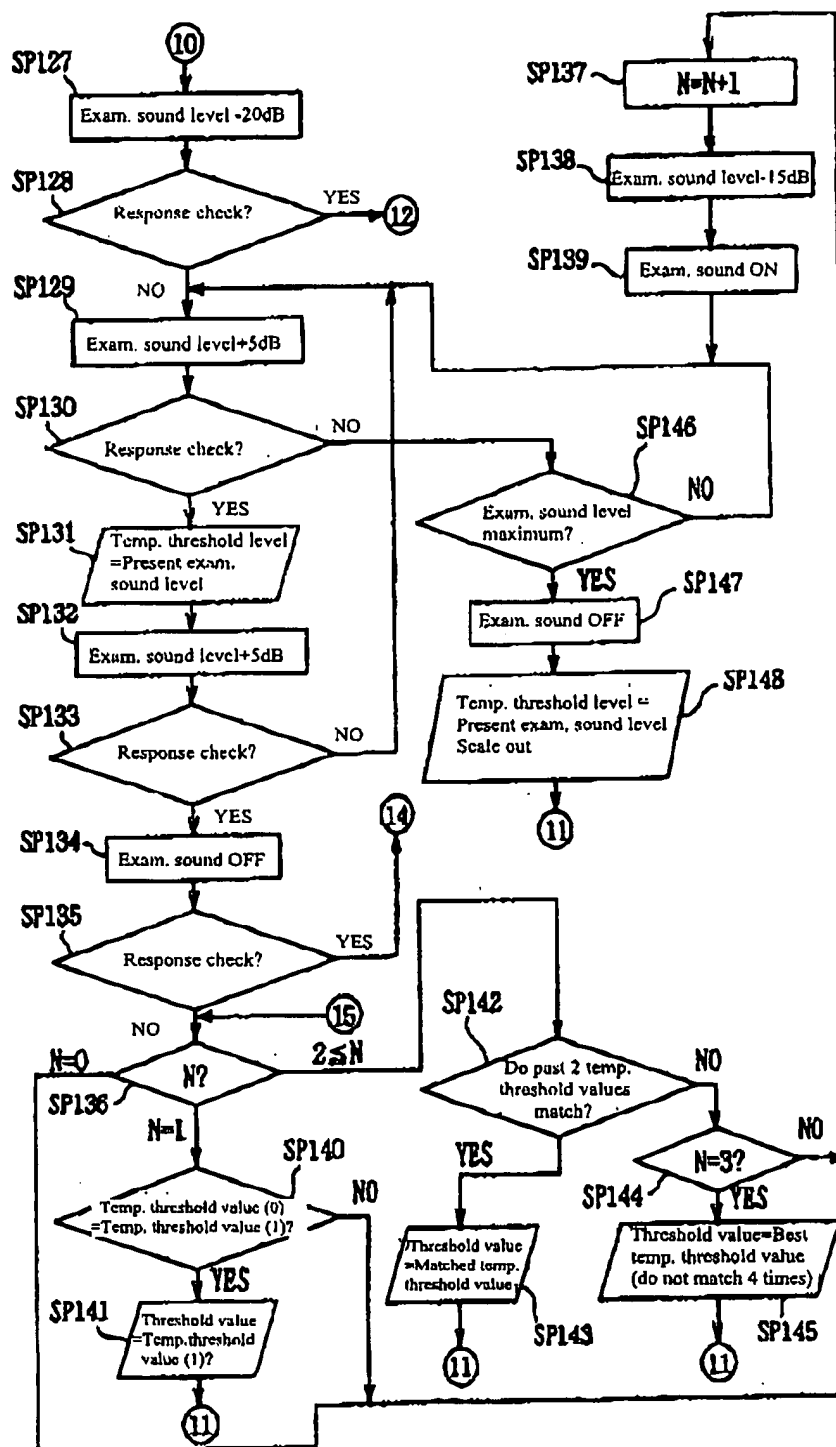


Figure 8 Threshold value measurement, processing protocol (2)

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-308310

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int. Cl.

A61B 5/12

識別記号

庁内整理番号

P I

技術表示箇所

8825-4C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平6-128124

(22) 出願日 平成6年(1994)5月18日

(71) 出願人 000115538

リオン株式会社

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号

(72) 発明者 糸崎 正

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号リオン株式会社内

(72) 発明者 野中 隆司

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号リオン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田辺 恵基

(54) 【発明の名称】 オージオメータ

(57) 【要約】

【目的】被検者に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次検査音のレベルを自動的に上昇及び下降させることにより、被検者の聴力を検査するオージオメータにおいて、検査時間を短縮すると共に検査精度が低下するのを防止する。

【構成】検査音に対する被検者の応答があつたとき、一旦検査音を中断し、このとき被検者からの応答が継続している場合、聴力検査を一時中断すると共に所定の告知手段により検者及び又は被検者に被検者から応答が間違えていることを告知するようにしたことにより、被検者からの応答を検査音に対してのみに限定し得、この分検査時間を短縮し得ると共に検査精度が低下するのを防止し得る。

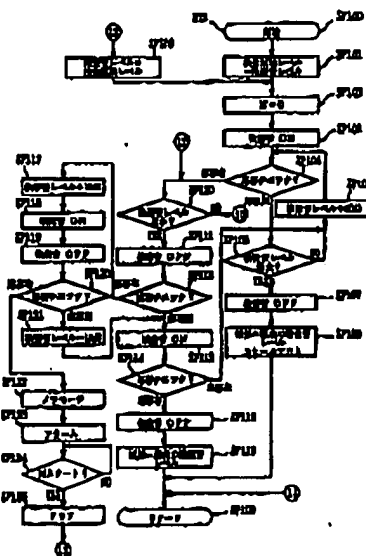


図1 オージオメータの構成(1)

(2)

特開平7-308310

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】被検者に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次上記検査音のレベルを自動的に上昇及び下降させながら被検者の聴力を検査するオーディオメータにおいて、上記検査音に対する被検者の応答があつたとき、一旦上記検査音を中断し、

このとき被検者からの応答が継続している場合、上記聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段により検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えていることを告知することを特徴とするオーディオメータ。

【請求項2】被検者に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次上記検査音のレベルを自動的に上昇及び下降させることにより、被検者の聴力を検査するオーディオメータにおいて、

第1の音圧レベルの検査音に対する被検者の応答があつたとき、一旦上記検査音を中断し、

このとき被検者からの応答が継続している場合、上記第1の音圧レベルに比して大きい第2の音圧レベルの検査音を被検者に提示した後、当該第2の音圧レベルの検査音を中断することにより、被検者が応答を止めることを促すようにしたことを特徴とするオーディオメータ。

【請求項3】上記第2の音圧レベルの検査音を提示した後、当該第2の音圧レベルの検査音を中断することにより被検者が応答を止めることを促すようにしても被検者が応答を止めない場合、上記聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段により検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えている事を告知することを特徴とする請求項2に記載のオーディオメータ。

【請求項4】検査対象の耳に対して反対側の耳にマスキングノイズを与えながら、検査対象の耳に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次上記検査音レベルを自動的に上昇及び下降させることにより、被検者の聴力を検査するオーディオメータにおいて、

マスキングノイズに対して被検者からの応答があつたとき、上記聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段により検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えていることを告知することを特徴とするオーディオメータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はオーディオメータに関し、特に被検者からの応答に応じて検査音レベルを自動的に上昇及び下降させて聴力測定を行うオーディオメータに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、オーディオメータにおいては、被検者に対して所定レベルの検査音を提示したとき、被検者

2

から応答ボタン等の応答手段を用いて返答される応答信号に基づいて被検者の最小可聴レベル（以下これを閾値と呼ぶ）を測定するようになされている。オーディオメータは、被検者に対して所定周波数（125〔Hz〕～8000〔Hz〕）の検査音を十分に聞こえないと思われる低いレベルから段階的に徐々に上昇させながら提示し、各段階において検査音が聞き取れたか否かを被検者の応答手段の操作に基づいて判断することにより、各周波数での閾値を測定する。

【0003】ここで被検者の中には、一方の耳に対して他方の耳の聴力が格段に良い者がいる。このような被検者に対して聞こえの悪い耳に検査音を提示したときには、実際は検査対象となつている耳で検査音を聞き取っていない場合でも、反対側の聞こえの良い方の耳でこの検査音を聞き取ってしまうことにより、被検者は検査音を聞き取ることができたと勘違いし応答ボタンを押してしまい、この結果誤測定が得られてしまうことがある。このような場合には、現在検査対象となつている耳に対して反対側の耳をマスキングして閾値を測定する必要がある。

【0004】またこのような聴力検査を自動的に行うようにしたオーディオメータがある。この種のオーディオメータにおいては、被検者からの応答に応じて予め入力されたプログラムにより、自動的に検査音を上昇及び下降させて最終的に被検者の閾値を求める。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、自動聴力検査機能を有するオーディオメータを用いて自動的に被検者の聴力を測定する場合、検査は全て被検者からの応答情報に基づいて進行するため以下のような不都合が生じる。第1に、被検者によっては検査音が聞こえて応答ボタンを押した後、検査音が中断されて聞こえていないはずなのに応答ボタンを押したままにしている場合がある。このような場合、実際上オーディオメータでは、被検者が「確かに音は聞こえていたが応答ボタンを放し忘れている」のか又は「音が聞こえていないのに応答ボタンを押している」のか判断し難い。その結果、この種のオーディオメータにおいては、被検者が当該オーディオメータで出し得る最小レベルの検査音でも聞こえたと判断してしまうため閾値が測定不能となってしまう。このため正確な閾値が得られないばかりか、無駄な時間を費やすことになる。また被検者が応答ボタンを放すのを待つて検査を再開しようすると、検査が延々と中断したままになるおそれがある。

【0006】第2に、マスキングノイズを与えた聴力検査を行う場合、被検者によっては先に提示したマスキングノイズに反応して応答ボタンを押してしまうことがある。このような場合、この種のオーディオメータにおいては、マスキングノイズに対して反応した応答情報を、検査音に反応した正規の応答情報と同じように取り込んで

(3)

特開平7-308310

3

しまう。この結果検査音が提示されていないのに応答があるため、経過判定不能と判断してしまう。このため正確な値を測定することができなると共に、無駄な時間を費やしてしまう問題がある。またマスキングノイズに対する被検者の応答が解除されるのを待っているようなプログラムを実行すると、検査の進行が止まりやより検査時間が延びてしまう問題がある。

【0007】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、被検者からの応答を検査音に対する応答のみに限定することにより、検査時間を短縮できると共に検査精度が低下するのを防止できるオーディオメータを提案しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、被検者に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次検査音のレベルを自動的に上昇及び下降させながら被検者の聴力を検査するオーディオメータにおいて、検査音に対する被検者の応答があつたとき（SP104、SP133）、一旦検査音を中断し（SP111、SP134）、このとき被検者からの応答が継続している場合（SP112、SP135）、聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段25、26により被検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えていることを告知する（SP122、SP123、SP153、SP154）ようにする。

【0009】また本発明においては、第1の音圧レベルの検査音に対する被検者の応答があつたとき（SP104、SP133）、一旦検査音を中断し（SP111、SP134）、このとき被検者からの応答が継続している場合（SP112、SP135）、第1の音圧レベルに比して大きい第2の音圧レベルの検査音を被検者に提示した（SP117、SP118、SP149、SP150）後、当該第2の音圧レベルの検査音を中断する（SP119、SP151）ことにより、被検者が応答を止めることを促すようにする。

【0010】さらに本発明においては、第2の音圧レベルの検査音を提示した（SP117、SP118、SP149、SP150）後、第2の音圧レベルの検査音を中断する（SP119、SP151）ことにより被検者が応答を止めることを促すようにしても被検者が応答を止めない場合（SP120、SP152）、聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段25、26により被検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えている事を告知する（SP122、SP123、SP153、SP154）ようにする。

【0011】さらに本発明においては、検査対象の耳に対して反対側の耳にマスキングノイズを与えながら、検査対象の耳に所定レベルの検査音を提示すると共に、このとき被検者から得られる応答に基づいて順次検査音レ

4

ベルを自動的に上昇及び下降させることにより、被検者の聴力を検査するオーディオメータにおいて、マスキングノイズに対して被検者からの応答があつたとき（SP42）、聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段25、26により被検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えていることを告知する（SP43、SP44）ようにする。

【0012】

【作用】検査音を中断した状態でも被検者からの応答が継続している場合には、検査を一時中断して被検者及び又は被検者に応答が間違えていることを告知し、被検者の応答を止めさせる。この結果被検者が検査音が聞き取れているかいないかに拘わらず応答をし続けていることに起因する検査時間の延長及び検査精度の低下を回避することができる。

【0013】また検査音を中断した状態でも被検者からの応答が継続している場合、第1の音圧レベルに比して大きい第2の音圧レベルの検査音を被検者に提示した（SP117、SP118、SP149、SP150）後、当該第2の音圧レベルの検査音を中断し（SP119、SP151）、被検者が応答を止めることを促すようにしたことにより、被検者が応答ボタンを押し忘れていることに起因する検査時間の延長及び検査精度の低下を回避することができる。

【0014】さらにマスキングノイズに対して被検者からの応答があつたとき（SP42）、聴力検査を一時中断すると共に、所定の告知手段25、26により被検者及び又は被検者に被検者からの応答が間違えていることを告知し（SP43、SP44）、被検者の応答を止めさせることにより、被検者がマスキングノイズに対して応答してしまうことに起因する検査時間の延長及び検査精度の低下を回避することができる。

【0015】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0016】（1）全体構成

図1において、1は全体としてオーディオメータを示し、検査音に対する被検者からの応答に応じて各周波数毎に検査音レベルを自動的に上昇及び下降させると共に、マスキングノイズを与えた聴力測定が必要であるか否かを判断し、必要であつた場合には当該マスキングノイズを与えた聴力測定ができるようになされている。オーディオメータ1は被検者が操作パネル2を操作することにより入力された動作指令を指令信号S1としてCPU（中央処理ユニット）3に送出する。

【0017】CPU3は、指令信号S1及び又は予め入力されたプログラムに基づき、正弦波発生器4に制御信号S2Aを送出することにより当該正弦波発生器4に所定周波数の正弦波を発振させ、これを正弦波信号S3として可変減衰器5に送出させる。

(4)

特開平7-308310

5

【0018】可変減衰器5は、CPU3から供給される制御信号S2Bに基づき必要に応じて正弦波信号S3を減衰させ、これを減衰正弦波信号S4としてスイッチ回路6に送出する。スイッチ回路6は、CPU3から供給される制御信号S2Cに基づいてスイッチを開閉するようになされ、スイッチを閉じたときに減衰正弦波信号S4をパワーアンプ7を介して受話器切換器8に送出する。受話器切換器8は、CPU3から供給される制御信号S2Dに基づいて減衰正弦波信号S4を第1又は第2の受話器9又は10に送出し、かくして当該第1又は第2の受話器9又は10から減衰正弦波信号S4に基づくレベルの検査音を放送させる。

【0019】このときCPU3は、ノイズ発生器20に制御信号S2Eを送出することによりこのノイズ発生器20に所定周波数のマスキング用のノイズを発生させ、これをノイズ信号S10として可変減衰器21に送出する。可変減衰器21は、CPU3から供給される制御信号S2Fに基づいてノイズ信号S10を減衰させ、これを減衰ノイズ信号S11としてスイッチ回路22に送出する。スイッチ回路22は、CPU3から供給される制御信号S2Gに基づいてスイッチを開閉するようになされ、スイッチを閉じたときに減衰ノイズ信号S11をパワーアンプ23を介して受話器切換器8に送出する。

【0020】受話器切換器8においては、CPU3から供給される制御信号S2Dに基づいて減衰ノイズ信号S11を減衰正弦波信号S4が送出されていない方の第2又は第1の受話器9又は10に送出し、かくして当該第2又は第1の受話器9又は10から減衰ノイズ信号S11に基づくノイズ音を放送させる。またこのときCPU3は、被検者による応答ボタン24Aの押圧操作に応じて開動作する応答スイッチ24から供給される応答信号S13に基づいて、第1又は第2の受話器9又は10から放送開始後、所定の応答受付時間内に当該応答ボタン24Aが押圧操作されたか否かを判断する。これによりCPU3は、このとき提示している音圧レベルの検査音が可聴レベルか否かを検出するようになされている。

【0021】かかる構成に加えて、オーディオメータ1はアラーム25及び表示器26を有し、被検者がマスキングノイズに反応して応答ボタン24Aを押した場合又は被検者が検査音が提示されていないにも拘わらず応答ボタン24Aを押している場合に、CPU3がアラーム25に制御信号S2Hを送出すると共に表示器26に制御信号S2Iを送出することにより、アラーム25から警告音を発すると共に表示器26上に所定のメッセージを表示するようになされている。これによりオーディオメータ1は、被検者からの応答が検査音に基づいた正しい応答か否かを被検者に知らせることができるようになされている。

【0022】(2) 標準純音自動検査モード

ここでこのオーディオメータ1は、標準純音検査法による

6

聴力検査を自動的に行う検査モード（以下、このモードを標準純音自動検査モードと呼ぶ）を有し、操作パネル2に配設された操作スイッチの操作によりこの標準純音自動検査モードが選択されると、図2～図6に示す標準純音自動検査モード処理手順RT1を実行するようになされている。

【0023】CPU3は、標準純音自動検査モード処理手順RT1に入ると、ステップSP2で測定回数や周波数を記憶するメモリ（図示せず）を初期化し、続くステップSP3において検査対象の耳として被検者の右耳を選択し、ステップSP4で被検者に提示する検査音の周波数として1000（Hz）を測定する。続いてCPU3はステップSP5において、受話器切換器8に制御信号S2Dを送出することにより減衰正弦波信号S4及び減衰ノイズ信号S11の送出先をそれぞれ第1の受話器9及び第2の受話器10に設定すると共に、正弦波発生器4に制御信号S2Aを送出することにより、当該正弦波発生器4の発振周波数を1000（Hz）に設定する。CPU3は続くステップSP6において、可変減衰器5に制御信号S2Bを送出することにより第1又は第2の受話器9又は10から提示する検査音レベルを0（dB）に設定する。

【0024】次にCPU3は続くステップSP7において、図7、図8及び図9に示す域値測定動作処理手順RT2に従ってこの周波数についての被検者の域値を測定する。この測定終了後、CPU3はステップSP8に進み、ステップSP7で提示した検査音の周波数が1000（Hz）以上であつたか否かを判断し、ここで肯定結果を得るとステップSP9に移つて1000（Hz）の検査音による域値測定処理を2回行う動作モード（以下、これを確認測定モードと呼ぶ）が予め選択されているか否かを判断する。

【0025】CPU3は、このステップSP9において確認測定モードが選択されていないことを確認すると、ステップSP9-SP10-SP11-SP12-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9のループを繰り返すことにより第1の受話器9から放送する検査音の周波数を1000（Hz）から1500（Hz）、2000（Hz）、3000（Hz）、4000（Hz）、6000（Hz）、8000（Hz）に順次変化させながら当該各周波数に対する被検者の域値を順次測定する。

【0026】すなわちCPU3は、ステップSP9において否定結果を得ると、ステップSP10に移つてステップSP7における測定結果をこの周波数における被検者の域値として域値測定結果記憶メモリ（図示せず）に格納すると共に、この後ステップSP11に進んでステップSP7の域値測定処理において提示した検査音の周波数が8000（Hz）であつたか否かを判断する。CPU3は、このステップSP11において否定結果を得るとステップSP12に移つて、続く域値測定処理で被検者に

(5)

特開平7-308310

7

提示する検査音の周波数としてステップSP7において提示した周波数よりも1つ上のレベルの周波数(1500 [Hz]、2000 [Hz]、3000 [Hz]、4000 [Hz]、6000 [Hz]、又は8000 [Hz])を選択した後、ステップSP13に進んで正弦波発生器4に制御信号S2Aを送出することにより当該正弦波発生器4の発生周波数をステップSP12において選択した周波数に設定する。さらにCPU3は続くステップSP14において被検者の両耳に対する各周波数の域値測定が終了したか否かを判断し、否定結果を得た場合にはステップSP6を介してステップSP7に戻る。

【0027】さらにCPU3は、8000 [Hz]の検査音に対する被検者の域値を測定後にはステップSP11からステップSP15に進み、当該ステップSP15において第1の受話器9から放音する検査音の周波数を800 [Hz]に設定した後ステップSP13-SP14-SP6を介してステップSP7に進み、このステップSP7において域値測定動作処理手順RT2を実行することにより800 [Hz]の検査音に対する被検者の域値を測定した後ステップSP8を介してステップSP16に進む。

【0028】さらにCPU3は、この後ステップSP17-SP18-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP16-SP17のループを繰り返すことにより第1の受話器9から放音する検査音の周波数を800 [Hz]から500 [Hz]、250 [Hz]、125 [Hz]に順次変化させながらこれらの各周波数に対する被検者の域値を順次測定する。

【0029】やがてCPU3は、125 [Hz]の検査音に対する被検者の域値を測定した後はステップSP17からステップSP19に進み、この後ステップSP19-ステップSP22間において検査対象として被検者の左耳を選択すると共に第2の受話器10から放音する検査音の周波数として1000 [Hz]を選択する。

【0030】さらにCPU3は、この後ステップSP13-SP14を介してステップSP6に進み、この後ステップSP6-ステップSP22間において、上述のような各周波数に対する右耳の域値測定と同様に1000 [Hz]、800 [Hz]、500 [Hz]、250 [Hz]、125 [Hz]の各周波数に対する被検者の左耳の域値を順次測定する。

【0031】これに対してCPU3は、ステップSP9において確認測定モードが選択されていることを確認するとステップSP24に進み、ここで所定のカウンタ(以下このカウンタを測定動作計数カウンタと呼ぶ)のカウンタ値に基づいてステップSP7における1000 [Hz]の検査音による域値測定処理が2回目か否かを判断する。CPU3はこのステップSP24において否定結果を得ると、ステップSP25に移ってステップSP7の域値測定処理により得られた測定結果をこの周波数による1回目の測定結果として域値測定結果記憶メモリに記録すると共に、この後ステップSP26に進んでステ

8

ップSP27において被検者に提示した検査音が8000 [Hz]であつたか否かを判断する。

【0032】このステップSP26において否定結果を得ると、CPU3はステップSP27に進み、続く域値測定処理において被検者に提示する検査音の周波数としてステップSP7で提示した周波数よりも1ランク上の周波数(1500 [Hz]、2000 [Hz]、3000 [Hz]、4000 [Hz]、6000 [Hz]又は8000 [Hz])を選択し、ステップSP13-SP14-SP6を介してステップSP7に進み、このステップSP7においてステップSP13で設定した周波数での域値測定処理を実行する。

【0033】さらにCPU3は、ステップSP7における域値測定処理終了後、ステップSP8-SP9-SP24-SP25を介してステップSP26に進み、この後このステップSP26において肯定結果を得るまで(すなわち8000 [Hz]の検査音による域値の測定動作を終了するまで)ステップSP26-SP27-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9-SP24-SP25-SP26のループを繰り返すことにより1000 [Hz]～8000 [Hz]の検査音についての1回目の域値測定を行う。

【0034】やがてCPU3は、1000 [Hz]～8000 [Hz]の検査音についての1回目の域値測定が終了すると、ステップSP26において肯定結果を得ることにより、ステップSP28に進んで続く域値測定処理において被検者に提示する検査音の周波数として1000 [Hz]を選択すると共に、域値測定計数カウンタの計数値を2にセットし、この後ステップSP13-SP14-SP6を介してステップSP7に進んで1000 [Hz]についての2回目の域値測定処理を実行する。

【0035】CPU3は、このステップSP7における1000 [Hz]についての2回目の域値測定処理終了後、ステップSP8-SP9-SP24を介してステップSP29に進み、この後ステップSP29-ステップSP31間において第1回目の測定結果と第2回目の測定結果とを比較し、第1回目の測定結果と第2回目の測定結果のうち小さい方をこの周波数における被検者の域値として記憶する。

【0036】さらにCPU3は、続くステップSP32において第1回目の測定結果と第2回目の測定結果との差が10 [dB]以上あることを確認した場合には、この後ステップSP33-SP34-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP9-SP24-SP29-SP30(又はSP31)-SP32-SP33のループを繰り返すことにより、ステップSP32で1回目と2回目の域値差が5 [dB]以下になる周波数まで、検査音の周波数を1000 [Hz]から1500 [Hz]～8000 [Hz]に順次変化させながら、各周波数についての2回目の域値測定を実行する。

【0037】具体的には、CPU3は1000 [Hz]におけ

(6)

特開平7-308310

9

る1回目と2回目の域値差が5 (dB) 以下の場合には、ステツアSP32からステツアSP35に移って1000 (Hz) より上の周波数での2回目の域値測定処理は行わない。これに対して1000 (Hz) における1回目と2回目の域値差が10 (dB) 以上の場合には、1500 (Hz) における2回目の域値測定を行う。同様に1500 (Hz) において1回目と2回目の域値差が5 (dB) 以下の場合には、1500 (Hz) より上の周波数での2回目の域値測定処理は行わない。

【0038】これに対してCPU3は、ステツアSP32で第1回目の測定結果と第2回目の測定結果との差が5 (dB) 以下であることを確認した場合、又はステツアSP33で1000 (Hz) ～8000 (Hz) に対する2回目の域値測定が終了したことを確認した場合には、ステツアSP35に進み、検査音の周波数を800 (Hz) に設定する。この後CPU3は、ステツアSP13-SP14-SP6を介してステツアSP7に進み、このステツアSP7において800 (Hz) の検査音に対する被検者の域値を測定する。続いてCPU3は、この測定の終了後、ステツアSP8-SP16を介してステツアSP17に進み、この後上述と同様にステツアSP17-SP18-SP13-SP14-SP6-SP7-SP8-SP16-SP17を繰り返すことにより500 (Hz) ～125 (Hz) の各周波数に対する被検者の域値を測定する。

【0039】さらにCPU3は、この後125 (Hz) の検査音に対する被検者の域値を測定した後は、ステツアSP17からステツアSP19に進み、ステツアSP19～ステツアSP22間において検査対象として被検者の左耳を選択すると共に第2の受話器10から放音する検査音の周波数として1000 (Hz) を選択し、この後上述のようにして1000 (Hz) ～8000 (Hz) 、800 (Hz) ～125 (Hz) の各周波数に対する被検者の左耳の域値をそれぞれ順次測定した後、ステツアSP14に移る。

【0040】やがてCPU3は、ステツアSP14で肯定結果を得ると、このことはマスキングノイズを与えない聴力測定が終了したことを意味し、ステツアSP36に移る。CPU3は、上述の処理により測定した域値が所定の規則を満たしていない場合、すなわち一方の耳の域値が50 (dB) 以上でかつこの耳の域値が他方の耳の域値よりも大きい場合に、検査対象の反対側の耳にマスキングノイズを与えた聴力測定処理を実行する。

【0041】すなわちCPU3は、ステツアSP36及びステツアSP37でマスキングノイズを与える聴力測定が必要であると判断すると、続くステツアSP38～ステツアSP41で検査対象の反対側の耳に、検査対象の反対側の耳の域値よりも10 (dB) 大きい音圧レベルのマスキングノイズを与えると共に、このとき続くステツアSP42において被検者からの応答が有るか否かを確認する。

【0042】CPU3はステツアSP42で被検者から

10

の応答があつたことを確認すると、このことは被検者がマスキングノイズに対して反応していることを意味することにより、ステツアSP43に移って表示器26上に「被検者がマスキングノイズに反応しています。説明が終わつたらスタートボタンを押して下さい」というメッセージを表示させると共に、続くステツアSP44においてアラーム25から警告音を生じさせる。

【0043】次にCPU3はステツアSP45において、被検者により操作パネル2の再スタートボタンが押圧操作されるのを待ち受け、再スタートボタンが押圧操作されるとステツアSP46で表示器26上のメッセージ及びアラーム25の警告音をクリアする。

【0044】これに対してCPU3は、ステツアSP36及びステツアSP37においてマスキングノイズを与える聴力測定が必要ないと判断すると、ステツアSP47-SP48-SP49-SP50-SP36-(SP37)-SP47のループを繰り返すことにより1000 (Hz) 、1500 (Hz) 、2000 (Hz) 、3000 (Hz) 、4000 (Hz) 、6000 (Hz) 及び8000 (Hz) の各周波数でマスキングノイズを与えた聴力測定が必要であるか否か判断する。

【0045】CPU3は、やがて8000 (Hz) におけるマスキングノイズの必要性の判断が終了すると、ステツアSP48で肯定結果が得られることにより続くステツアSP51で周波数を800 (Hz) に設定する。これによりCPU3はステツアSP36及びステツアSP37で当該800 (Hz) におけるマスキングノイズの必要性を判断した後、ステツアSP47-SP52-SP53-SP50-SP36-(SP37)-SP47のループを繰り返すことにより500 (Hz) 、250 (Hz) 及び125 (Hz) の各周波数でマスキングノイズを与えた聴力測定が必要であるか否か判断する。

【0046】CPU3は、やがて125 (Hz) におけるマスキングノイズの必要性の判断が終了すると、ステツアSP52で肯定結果が得られることにより、ステツアSP54に移って周波数を1000 (Hz) に切り換えると共にステツアSP55で検査音を与える耳とマスキングノイズを与える耳とを切り換えた後、上述のステツアSP36、ステツアSP37及びステツアSP47～ステツアSP53を繰り返すことにより各周波数における反対側の耳でのマスキングノイズの必要性を判断する。この後、CPU3はやがてステツアSP57で両耳の検査が終了したと判断すると、ステツアSP58に移って当該検査自動検査モード処理手順を終了する。

【0047】またCPU3は上述のステツアSP42で被検者からの応答がなかつたことを確認すると、このことは被検者がマスキングノイズによる誤応答をしていないことを意味し、このときCPU3はステツアSP59に移って検査音レベルをマスキングノイズを与えない状態で測定された域値よりも5 (dB) 大きくしてステツア

(7)

特開平7-308310

11

SP60で検査音を提示し、ステップSP61で被検者からの応答を確認する。

【0048】CPU3はステップSP61で被検者からの応答がなかったことを確認すると、このことは当該被検者に対してマスキングノイズを与えた検査が必要であることが再確認されたことを意味し、このときCPU3はステップSP62で検査音を切ると共に、続くステップSP63で検査音レベルを先に測定した値よりも10 (dB) 下げた後、続くステップSP64においてマスキングノイズを与えた値測定処理を実行する。

【0049】次にCPU3はステップSP65において、ステップSP64で測定した値をメモリに記憶した後、ステップSP66-SP67-SP68-SP69-SP70-SP71-SP66のループを繰り返すことによりマスキングノイズレベルを15 (dB) ずつ上昇させながら値測定処理を実行する。CPU3はステップSP70において、値すなわち前のマスキングノイズで測定した値とそれに対してマスキングノイズを15 (dB) 上昇させて測定した今回の値とを比較し、この差が5 (dB) 以下であった場合、前のマスキングノイズで測定した値が正しい値であると判断し、このときこのループを抜けて、ステップSP72に移って検査音を切り、続くステップSP73でマスキングノイズを切つてステップSP47に戻る。

【0050】またCPU3はステップSP61で被検者からの応答があったことを確認すると、このことはマスキングノイズなしの測定で得られた結果が正しい値であったことを意味し、このときステップSP72及びステップSP73で検査音及びマスキングノイズを切つてステップSP47に戻る。

【0051】またCPU3は上述したマスキングノイズを15 (dB) ずつ上昇させていくステップSP66-SP67-SP68-SP69-SP70-SP71-SP66のループにおいて、前回の値と今回の値の差が5 (dB) 以下となる結果を得られないままマスキングノイズの最大値まで到達すると、ステップSP67からステップSP74に移りここで検査音を止めた後、続くステップSP75でマスキングノイズレベルを現在検査対象となっている耳の反対側の耳の値よりも10 (dB) 大きい値に設定し、続くステップSP76で検査音レベルをマスキングノイズ無しで測定して得た値よりも10 (dB) 小さい値に設定することにより、続くステップSP77で十分に小さい検査音レベルから順次検査音レベルを上昇させながら値を測定する。

【0052】CPU3は続くステップSP78において、ステップSP77で得た値を値データとしてメモリに記憶すると、ステップSP79でカウンタの値を0に設定した後、続くステップSP80-SP81-SP82-SP83-SP84-SP85-SP86-SP87-SP80 (SP79) のループを繰り返すこと

12

により、マスキングノイズを順次5 (dB) ずつ上昇させながら値を測定する。

【0053】CPU3はこのループで前回の値とそれに対してマスキングノイズが5 (dB) 大きい今回の値が等しくなった場合、ステップSP84からこのループを抜けてステップSP88でカウンタ値を2だけ増上げた後、ステップSP89を介してステップSP80で再びマスキングノイズレベルを5 (dB) 上昇させて値を測定し、このときの値と前回の値を比較する。

【0054】かくしてCPU3はマスキングノイズレベルを5 (dB) ずつ合計10 (dB) 変化させても値が変化しなかったとき、或いは合計15 (dB) 変化させたとき値の変化が5 (dB) 以下を満たすようになったとき、正しい値が得られたと判断し、ステップSP89からステップSP91に移って検査音を切り、続くステップSP92でマスキングノイズを切つてステップSP47に戻る。

【0055】またCPU3はマスキングノイズを5 (dB) ずつ上昇させた場合でも、前回と今回の値が等しくなるような値が得られない場合には、ステップSP81からステップSP93に移って、ここでマスキングノイズを与えた際の値を得ることは不可能であると判断し、この値をスケールアウトする。

【0056】すなわちCPU3は、ステップSP66-ステップSP71においてマスキングノイズを15 (dB) ずつ上昇させた場合に正確な値を得ることができないと判断すると、ステップSP74-ステップSP92の処理において、マスキングノイズを5 (dB) ずつ上昇させながら値測定を行うようになされている。

【0057】(3) 値測定処理ルーチン
CPU3は上述した標準検査モード処理手順RT1のステップSP7、ステップSP64、ステップSP68、ステップSP77及びステップSP82から図7、図8及び図9に示す値測定処理ルーチンRT2に入ると、以下の処理手順を実行することにより、被検者の値を測定するようになされている。

【0058】すなわちCPU3は、ステップSP100から入って、ステップSP101において検査音を十分に小さい値に設定すると、続くステップSP102においてカウンタのカウント値を0に設定した後、ステップSP103で検査音を提示し、続くステップSP104で被検者からの応答を確認する。

【0059】CPU3はステップSP104で応答が得られなかった場合には、ステップSP105及びステップSP106を介して再びステップSP104に戻る。すなわちCPU3はステップSP104-SP105-SP106-SP104のループを繰り返すことにより検査音レベルを20 (dB) ずつ上昇させながらステップSP104で被検者からの応答を待ち受ける。ここでステップSP104において被検者からの応答が得られず、

(8)

特開平7-308310

13

かつステップSP105でこのときの検査音レベルが最大であると判断された場合、このオーディオメータではこの被検者に対する域値測定は不可能であると判断し、CPU3はステップSP107及びSP108を介してこのときの検査音レベルをスケールアウトし、続くステップSP109を介して標準自動検査モード処理手順RT1に復帰する。

【0060】これに対してCPU3はやがてステップSP104で被検者からの応答が確認されると、ステップSP110に移つてこの検査音が最小レベルである否かを判断し、肯定結果が得られるとステップSP111で一旦検査音を切り、続くステップSP112においてこのとき被検者からの応答があるか否かを確認する。CPU3はステップSP112において被検者からの応答が無かった場合には、被検者が検査音に対して正確に回答をしていると判断し、この後再確認のためにステップSP113で再び検査音を提示し、続くステップSP114で被検者からの応答を確認する。

【0061】CPU3はステップSP114で被検者から応答が得られた場合には、被検者の回答が正しいと判断し、ステップSP115で検査音を切り、ステップSP116で現在の検査音レベル（すなわち検査し得る最小の検査音レベル）を被検者の域値とし、ステップSP109に移る。これに対してCPU3はステップSP114で被検者からの応答が得られなかった場合には、ステップSP106に移つて、上述した検査音を順次20（dB）ずつ上昇させる判定を再び開始する。

【0062】またCPU3はステップSP112で検査音を切つたにも拘わらず被検者からの応答があつた場合、このことは被検者が単に回答ボタン24Aを放し忘れていたか、又は検査音が聞こえていないかにかかわらず回答ボタン24Aを押し続けていることを意味し、このときCPU3はステップSP117-SP118を介して前の検査音のレベルよりも10（dB）大きい検査音を提示し、ステップSP119で検査音を切ることにし、被検者の回答ボタン24Aからの手放れを促す。次にCPU3はステップSP120で被検者が回答ボタン24Aから手を放しているか否かを確認する。

【0063】CPU3はステップSP120で被検者からの応答が無くなったことを確認すると、このことはステップSP112で被検者が回答ボタン24Aを押圧操作していたのは単に回答ボタン24Aを放し忘れていただけだと判断し、このときCPU3はステップSP121で検査音レベルを再び10（dB）下げた後、ステップSP113に進む。

【0064】これに対してCPU3はステップSP120で相変わらず被検者からの応答があることを確認すると、このことは被検者が検査音が聞こえていないかにかかわらず回答ボタン24Aを押し続けていると判断し、ステップSP122に移つて表示器26上に「被検

14

者回答ボタンが押され続けています」というメッセージを表示すると共に、続くステップSP123においてアラーム25から警告音を発生させることにより、被検者に被検者が聞こえに拘わらず回答ボタンを押し続けていることを知らせる。

【0065】CPU3は、続くステップSP124で被検者により再スタートボタンが押圧操作されることを待ち受け、再スタートボタンが押圧操作されると続くステップSP125で表示器26上のメッセージ及びアラーム25の警告音をクリアした後、ステップSP126に移つて検査音レベルを再び十分に小さい値に設定し、ステップSP102に進む。

【0066】またCPU3はステップSP110で否定結果が得られると、さらに細かい域値測定に入る。CPU3はステップSP110で否定結果が得られると、ステップSP127に移つて検査音レベルを20（dB）下げた後、続くステップSP128で被検者からの応答を確認し、ここで被検者からの応答があつた場合にはステップSP110に戻る。

【0067】これに対してCPU3はステップSP128で応答が無い場合には、ステップSP129で検査音レベルを5（dB）上昇させて続くステップSP130で被検者からの応答を確認し、応答があつた場合にはステップSP131に進みこのときの検査音レベルを域値値としてメモリに記憶する。次にCPU3はステップSP132でさらに検査音レベルを5（dB）上昇させた後、続くステップSP133でこのときの被検者の応答を確認する。CPU3はステップSP133で被検者からの応答が無かつた場合には、ステップSP130での被検者の応答が正しくない可能性が大きいことにより、再びステップSP129に戻る。

【0068】またCPU3はステップSP133で被検者から応答があつたことを確認すると、このことは被検者の回答が正しい場合又は被検者が回答ボタン24Aを押し続けていることを意味し、このときCPU3はステップSP134に移つて一旦検査音を切つて、続くステップSP135で被検者からの応答を確認する。

【0069】ステップSP135で被検者から応答が無いことは被検者が検査音に従つて正しく回答ボタン24Aを押圧操作していることを意味し、このときCPU3はステップSP136に移る。CPU3はステップSP136に移ると、ここでカウント値を演出し、カウント値が0すなわち測定回数が1回目であつた場合にはステップSP137に移つてカウント値をインクリメントし、続くステップSP138で検査音レベルを15（dB）下げ、ステップSP139を介してステップSP129に戻る。再度検査音レベルを5（dB）ずつ上昇させる判定を行う。

【0070】またCPU3はステップSP136でカウント値が1すなわち測定回数が2回目であることを検出

(9)

特開平7-308310

15

すると、ステップSP140に移ってステップSP131で記憶した1回目の値と2回目の値が等しいか否かを判断し、肯定結果が得られた場合にはステップSP141で測定結果として2回目の値を記憶した後、ステップSP109を介して標準純音自動検査モード処理手順RT1に戻る。またCPU3はステップSP140で否定結果が得られた場合には、ステップSP137に移ってカウント値をインクリメントして次の測定処理を実行する。

【0071】この後CPU3は測定が3回以上になった場合、ステップSP140からステップSP142に移る。CPU3はステップSP142で複数の測定結果のうち2回の測定結果が一致していると判断した場合には、ステップSP143に移って一致した仮値を正しい値として記憶し、ステップSP109に移る。これに対して複数の測定結果のうち一致した測定結果が1つもなかった場合には、ステップSP144に移り、ここでカウント値が「3」であるか否か（すなわち4回目の測定が終了しているか否か）判断し、否定結果が得られた場合にはステップSP137に移って引き続き4回目の測定を行う。これに対してCPU3はステップSP144で肯定結果が得られた場合には、ステップSP145に移り、ここで4回の測定結果のうち最も良い仮値を記憶するがこれと同時にこの仮値は信頼性がないとして、ステップSP109に移る。

【0072】またCPU3はステップSP130で被検者からの応答が無かった場合には、ステップSP146に移って検査音レベルがオーディオメータ1が提示し得る最大レベルか否かを判断し、否定結果が得られるとステップSP129に戻って測定を繰り返す。これに対してステップSP146で肯定結果が得られると、ステップSP147に移って検査音を切った後、続くステップSP148において現在の検査音レベルを値としてステップSP109に移る。

【0073】さらにCPU3はステップSP135で被検者から応答があつた場合、このことは被検者が検査音が聞こえているかいないかに拘わらず応答ボタン24Aを押し続けているか、又は応答ボタン24Aを放し忘れていることを意味し、このときCPU3はステップSP149に移る。CPU3はステップSP149において検査音レベルを10 (dB) 上昇させ、ステップSP150で検査音を提示した後、続くステップSP151で検査音を切るにより被検者が応答ボタンから手を放すように促す。

【0074】次にCPU3はステップSP152において、被検者からの応答があるか否かを判断し、応答が無かった場合、このことは被検者が単に応答ボタン24Aを放し忘れていることを意味し、ステップSP136に移る。これに対してCPU3はステップSP152において、相変わらず被検者からの応答があつた場合、このこ

16

とは被検者が検査音が聞こえているかいないかに拘わらず応答ボタン24Aを押し続けていることを意味し、このときステップSP153に移って表示器26上に「被検者応答ボタンが押され続けています」というメッセージを表示すると共に、続くステップSP154でアラーム26から警告音を生じさせることにより、被検者が検査音の状態に拘わらず応答ボタンを押し続けていることを検者に知らせる。

【0075】この後、CPU3はステップSP155において検者によって再スタートの指示が得られるまで待ち受け、再スタートの指示があると、続くステップSP156で表示器26上のメッセージ及びアラーム25からの警告音をクリアし、ステップSP126に戻って値測定処理を最初からやり直す。

【0076】(4)実施例の動作

以上の構成において、オーディオメータ1は先ずマスキングノイズを与えずに、各周波数における被検者の値を測定する (SP7)。オーディオメータ1は、この測定過程において検査音が提示されていないにも拘わらず被検者が応答ボタン24Aを押していることを確認すると (SP112、SP135)、先ず前に提示した検査音レベルよりも10 (dB) 大きい検査音を提示した (SP118、SP150) 後、一旦検査音を切る (SP119、SP151) ことにより被検者に対して応答ボタン24Aから手を放すことを促す。

【0077】しかし、これにも拘わらず被検者が応答ボタン24Aから手を放していないことを確認すると (SP120、SP152)、オーディオメータ1は一時測定処理を中断し、表示器26上に被検者が応答ボタン24Aを押し続けていることを表わすメッセージを表示する (SP122、SP153) と共に、アラーム26から警告音を生ずる (SP123、SP154) ことにより検者にこのことを知らせる。検者はこれに基づいて被検者に検査音が聞こえない場合には応答ボタン24Aから手を放すように指示する。このようにしてオーディオメータ1は、被検者が応答ボタン24Aを押し続けることに起因する、測定時間の延長及び誤測定を回避する。

【0078】オーディオメータ1はマスキングノイズを与えない場合の各周波数における両耳の値を測定すると、マスキングノイズを与えた値測定が必要であるか否かを各周波数について判断する (SP36、SP37)。ここでマスキングノイズを与えた値測定が必要であると判断した場合、オーディオメータ1は先ず測定対象となる耳に対して反対側の耳にマスキングノイズを与える (SP41)。このときオーディオメータ1は被検者から応答があつたか否かを確認し (SP42)、応答があつた場合には被検者がマスキングノイズに反応したと判断し、一時測定処理を中断して、表示器26上に被検者が聞こえてマスキングノイズに反応して応答ボタン24Aを押していることを表わすメッセージを表示する

(10)

特開平7-308310

17

(SP43)と共に、アラーム25から警告音を発する
(SP44) ことにより検者にこのことを知らせる。検
者はこれに基づいて被検者に、今の音はマスキングノイ
ズなので応答ボタン24Aを押さないように指示する。
かくしてオーディオメータ1は、被検者がマスキングノイ
ズに反応することによって、測定時間の延長及び誤測
定を回避する。

【0079】またオーディオメータ1はこのマスキングノ
イズを与えた域値測定処理 (SP64、SP68、SP
77、SP82) においても、上述のマスキングノイズ
を与えない処理 (SP7) の場合と同様に、被検者が検
査音に従って応答ボタン24Aを押圧操作しているの
か、又は検査音に拘わらず応答ボタン24Aを押し続け
ているのかを判断して、このことを表示器26及びアラ
ーム25を介して検者に知らせようになされている。

【0080】(5) 実施例の効果

以上の構成によれば、域値測定処理過程において、一旦
検査音を中断し、このとき被検者からの応答があつた場
合には、被検者が検査音が聞こえているかいないかに拘
わらず応答ボタン24Aを押し続けていると判断し、こ
のことをアラーム25及び表示器26によつて検者に知
らせ、被検者が応答ボタン24Aから手を放させるよう
にしたことにより、検査時間を短縮し得ると共に検査精
度を向上し得るオーディオメータ1を実現できる。

【0081】また域値測定処理過程において、一旦検査
音を中断したとき被検者から相変わらず応答があつた場
合に、前に提示した音圧レベルよりも大きなレベルの検
査音を提示して被検者の応答ボタン24Aからの手放れ
を促すようにしたことにより、検査時間を短縮し得ると
共に検査精度を向上し得るオーディオメータ1を実現でき
る。

【0082】さらに前に提示した音圧レベルよりも大き
なレベルの検査音を提示して被検者の応答ボタン24A
からの手放れを促しても被検者が応答ボタン24Aを押
し続けている場合、このことをアラーム25及び表示器
26によつて検者に知らせ、被検者が応答ボタン24A
から手を放させるようにしたことにより、一段と検査時
間を短縮し得ると共に一段と検査精度を向上し得るオー
ジオメータ1を実現できる。

【0083】さらにマスキングノイズを与えた域値測定
を行う際、マスキングノイズのみを与えた場合に被検者
からの応答があつたとき、被検者に、聞こえた音がマス
キングノイズであることを知らせるようにしたことによ
り、マスキングノイズに反応することにより生じる誤応
答を回避し得、この結果検査時間を短縮し得ると共に検
査精度を向上し得るオーディオメータ1を実現できる。

【0084】(6) 他の実施例

なお上述の実施例においては、アラーム25及び表示器
26を検者側に設け、被検者が応答ボタン24Aを押し
続けている間及び被検者がマスキングノイズに反応して

18

応答ボタン24Aを押圧操作した際に、先ず検者にこの
ことを知らせてから、検者が被検者に応答ボタン24
Aを放すように指示するようにした場合について述べた
が、本発明はこれに限らず、例えば表示器26を被検者
側に設け、当該表示器26により被検者に直接応答ボタ
ン24Aを放すように指示するようにしてもよい。

【0085】また上述の実施例においては、アラーム2
5及び表示器26を用いて被検者が応答ボタン24Aを
押し続けていること、及び被検者がマスキングノイズに
反応して応答ボタン24Aを押圧操作していることを告
知する場合について述べたが、告知手段としてはこれに
限らず、例えば被検者が応答ボタン24Aを押し続け
ている場合、及び被検者がマスキングノイズに反応して
応答ボタン24Aを押圧操作している場合に点灯するよう
なランプを用いてもよく、または音声によつてこのこと
を知らせるようにしてもよい。

【0086】さらに上述の実施例においては、検査音を
中断しても被検者からの応答があつた場合に、一旦音圧
レベルの大きな検査音を提示し、被検者の応答ボタン2
4Aからの手放れを促した後、それでも被検者からの応
答があつた際に、被検者が応答ボタン24Aを押し続け
ていることを告知するようにした場合について述べた
が、本発明はこれに限らず、一旦音圧レベルの大きな提
示音を提示し、被検者の応答ボタン24Aからの手放れ
を促す過程を省略するようにしてもよい。

【0087】

【発明の効果】 上述のように本発明によれば、検査音に
対する被検者の応答があつたとき、一旦検査音を中断
し、このとき被検者からの応答が継続している場合、聴
力検査を一時中断すると共に所定の告知手段により検者
及び又は被検者に被検者から応答が聞こえていることを
告知するようにしたことにより、被検者からの応答を検
査音に対してのみに限定し得、この分検査時間を短縮し
得ると共に検査精度が低下するのを防止し得るオーディ
オメータを実現できる。

【0088】また本発明によれば、第1の音圧レベルの
検査音に対する被検者の応答があつたとき、一旦検査音
を中断し、このとき被検者からの応答が継続している場
合、第1の音圧レベルに比して大きい第2の音圧レベル
の検査音を被検者に提示した後、当該第2の音圧レベル
の検査音を中断することにより、被検者が応答を止める
ことを促すようにしたことにより、被検者からの応答を
検査音に対してのみに限定し得、この分検査時間を短縮
し得ると共に検査精度が低下するのを防止し得るオー
ジオメータを実現できる。

【0089】さらに本発明によれば、マスキングノイズ
に対して被検者からの応答があつたとき、聴力検査を一
時中断すると共に、所定の告知手段により検者及び又は
被検者に被検者からの応答が聞こえていることを告知す
るようにしたことにより、被検者からの応答を検査音に

(11)

特開平7-308310

19

20

対してのみに限定し得、この分岐時間を短縮し得ると共に検査精度が低下するのを防止し得るオーディオメータを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるオーディオメータの一実施例の全体構成を示すブロック図である。

【図2】標準純音自動検査モード処理手順を示すフローチャートである。

【図3】標準純音自動検査モード処理手順を示すフローチャートである。

【図4】標準純音自動検査モード処理手順を示すフローチャートである。

【図5】標準純音自動検査モード処理手順を示すフロー

チャートである。

【図6】標準純音自動検査モード処理手順を示すフローチャートである。

【図7】域値測定処理手順を示すフローチャートである。

【図8】域値測定処理手順を示すフローチャートである。

【図9】域値測定処理手順を示すフローチャートである。

10 【符号の説明】

1……オーディオメータ、3……CPU、25……アラーム、26……表示部。

【図1】

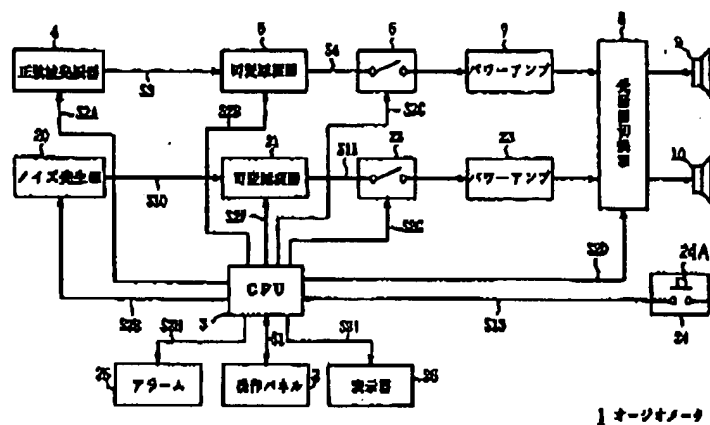


図1 実施例のオーディオメータ

(13)

特開平7-308310

〔図3〕

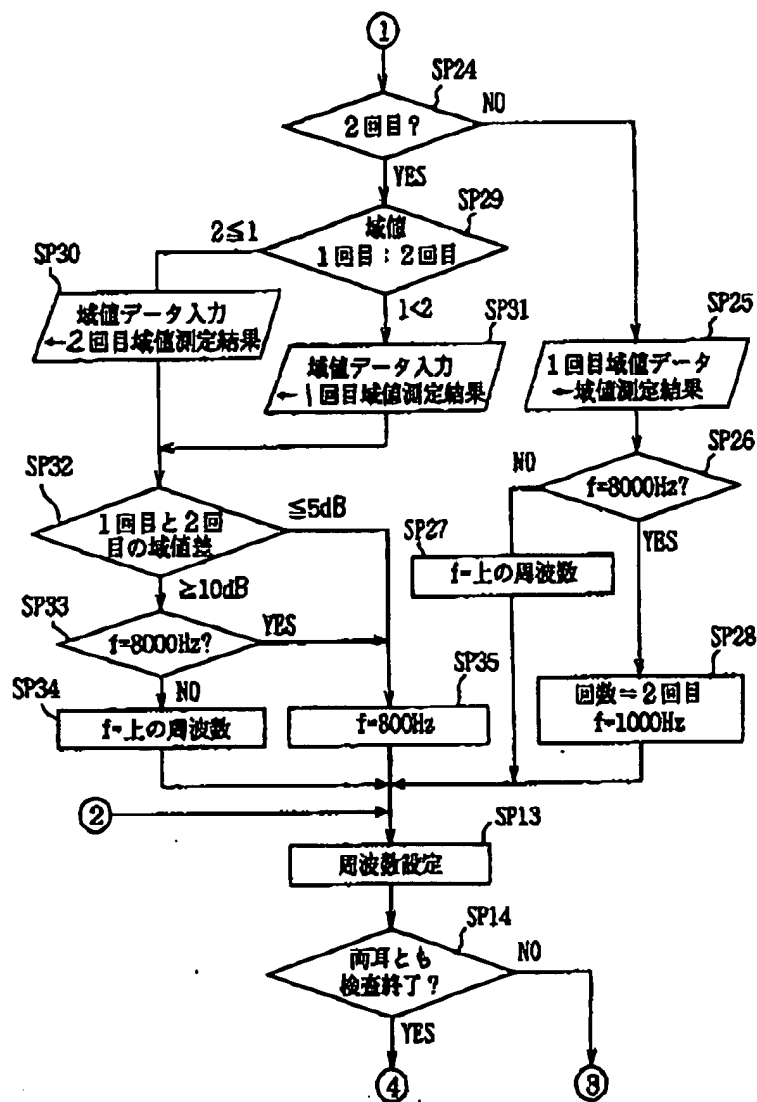


図3 標準純音自動検査モード処理手順(2)

(14)

特開平7-308310

(図4)

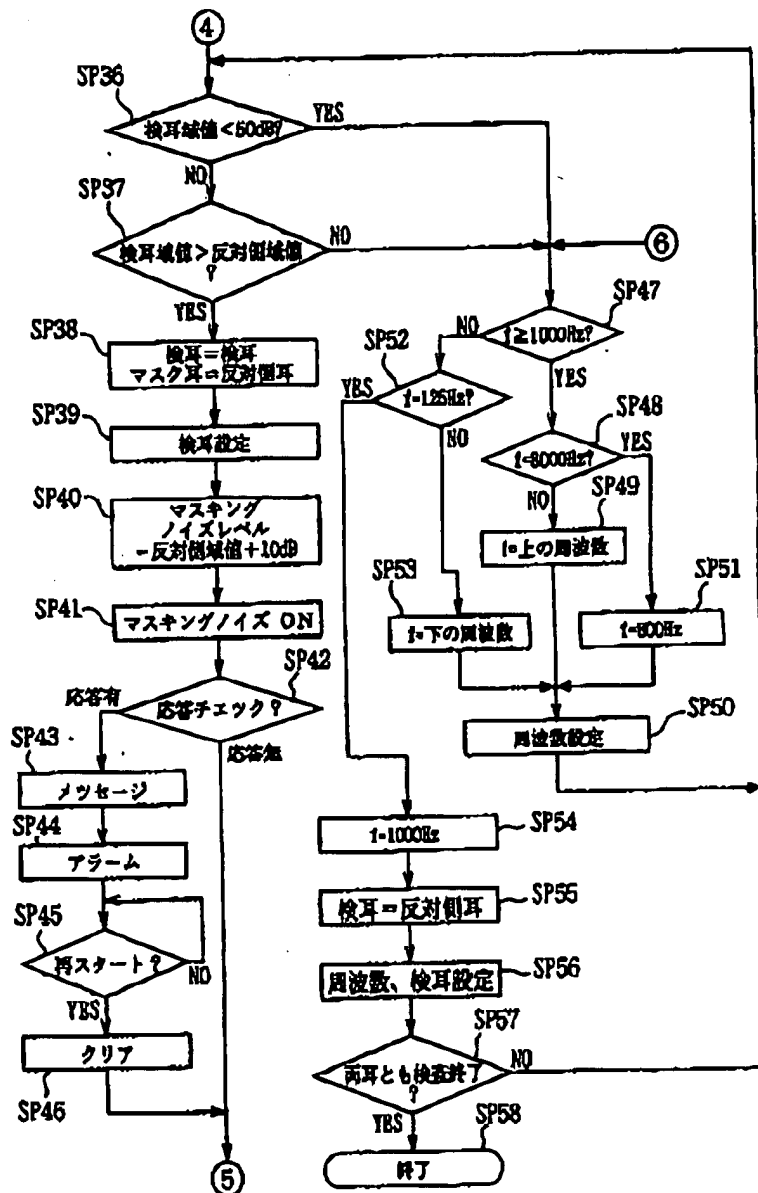


図4 標準純音自動検査モード処理手順 (3)

(15)

特開平7-308310

【図5】

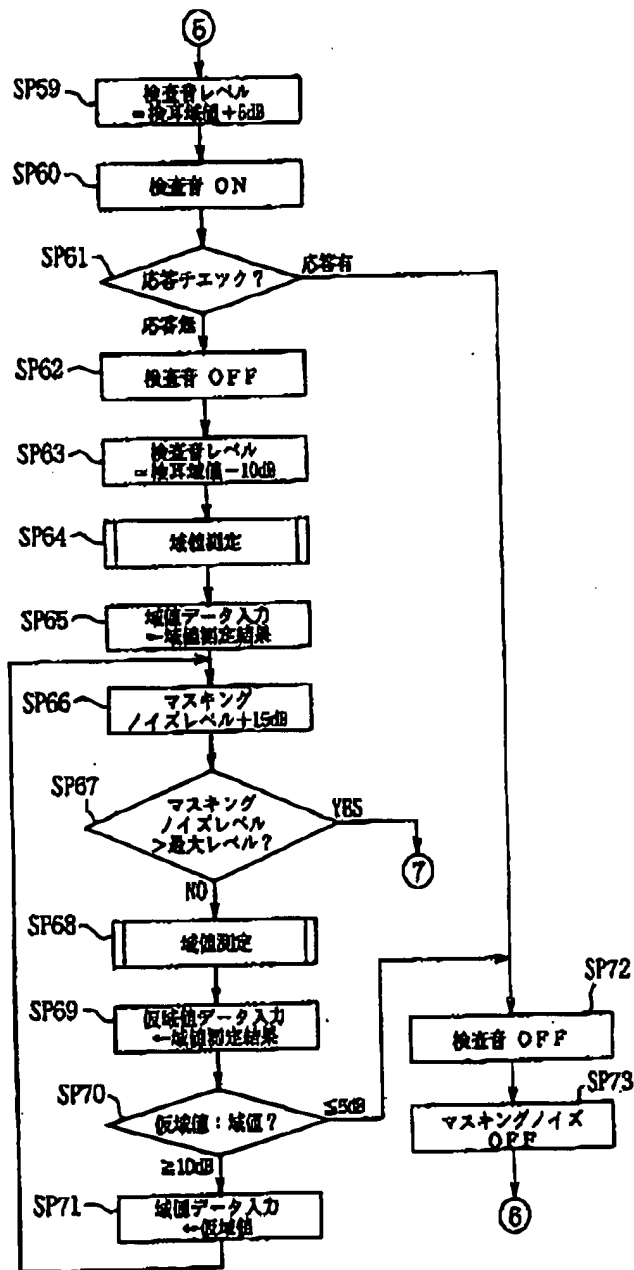


図5 標準純音自動検査モード処理手順(4)

(16)

特開平7-308310

【図6】

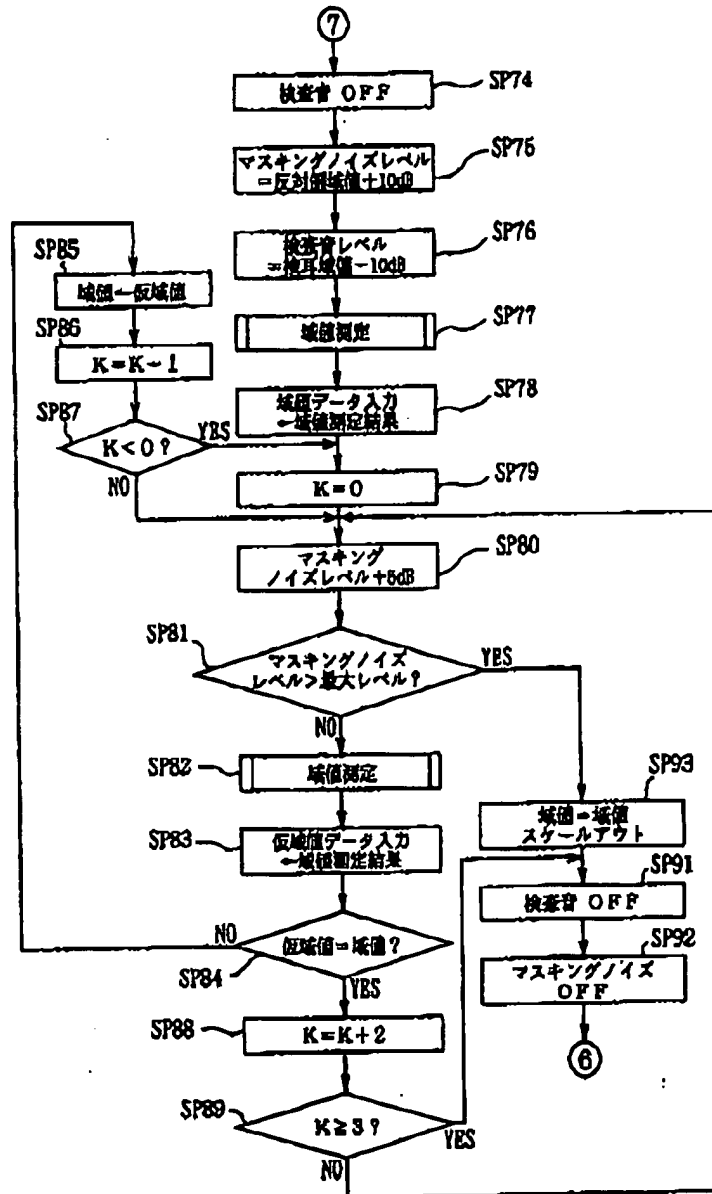


図6 標準純音自動検査モード処理手順(5)

(17)

特開平7-308310

【図7】

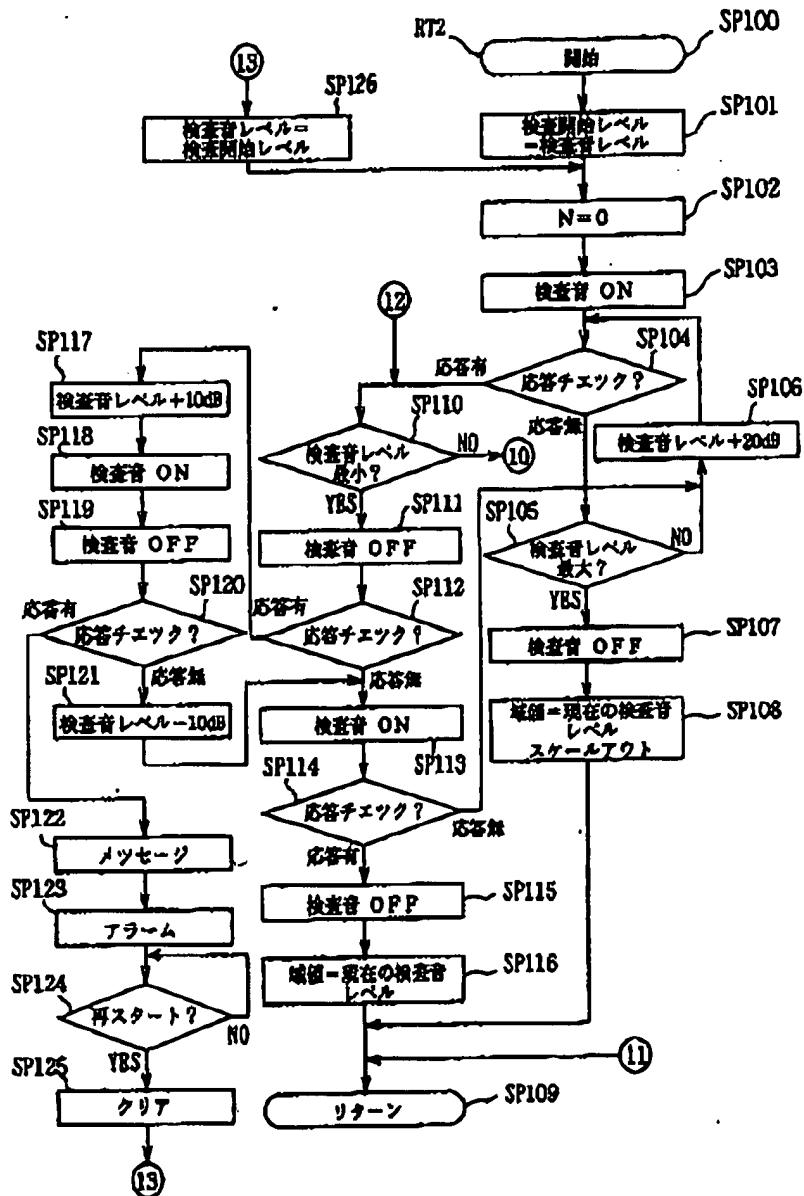


図7 域値測定処理手順(1)

(18)

特開平7-308310

【図8】

